



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

**Departamento:**  
**Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas**  
**Programa de acreditación:**  
**CyTMA2**

**Programa de Investigación<sup>1</sup>:**

**Código del Proyecto:**  
**C2-ING-068**

**Título del proyecto**  
**Aplicación de la química verde en la elaboración de aceites de oleaginosas y subproductos para la reducción de impactos ambientales**

**PIDC:**

**Elija un elemento.**

**PII:**

**Elija un elemento.**

**Director:**  
**Leon, Paula**  
**Director externo:**

**Codirector:**  
**Herreria, Elisabeth Ruth**

**Integrantes:**  
**Delucchi, Nelly**

**Investigador Externo, Asesor- Especialista, Graduado UNLaM:**

**Alumnos de grado: (Aclarar si tiene Beca UNLaM/CIN)**  
**Jurado, Vanina Gabriela (Beca UNLaM)**  
**Alumnos de posgrado:**

**Resolución Rectoral de acreditación: N° 242/20**

**Fecha de inicio:**  
**01/01/2020**  
**Fecha de finalización:**  
**31/12/2021**

---

<sup>1</sup> Los Programas de Investigación de la UNLaM están acreditados con resolución rectoral, según lo indica la Resolución HCS N° 014/15 sobre **Lineamientos generales para el establecimiento, desarrollo y gestión de Programas de Investigación a desarrollarse en la Universidad Nacional de La Matanza**. Consultar en el departamento académico correspondiente la inscripción del proyecto en un Programa acreditado.



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

## **A. Desarrollo del proyecto (adjuntar el protocolo)**

### **A.1. Grado de ejecución de los objetivos inicialmente planteados, modificaciones o ampliaciones u obstáculos encontrados para su realización (desarrolle en no más de dos (2) páginas)**

Para iniciar la ejecución de los objetivos replanteados en el informe de avance, se realizó la búsqueda bibliográfica para estudiar tanto el proceso de elaboración del aceite de soja basado por medio de hexano como el alcance de la aplicación de la metodología del Análisis del Ciclo de Vida (ACV) en esta área temática.

Por lo tanto, se realizó un diagrama de flujo del proceso de extracción de aceite de soja con hexano y su posterior refinación, a partir del cual se identificaron los subprocesos más significativos para determinar de esta forma el alcance del estudio correspondiente a la etapa 1 de la metodología del ACV.

Debido a que existen varios programas informáticos especializados para la realización del ACV, se seleccionaron e instalaron con este fin los programas informáticos libres openLCA y TRACI. Por incompatibilidades en los equipos con las últimas versiones del programa informático openLCA, se inició el trabajo con versiones más antiguas que tenían menos funcionalidades. Sin embargo, ante la actualización del equipo de la codirectora del proyecto, se instaló en éste la última versión del referido openLCA, se leyeron los manuales y se vio tutoriales, y se continuó el trabajo con esta versión compartiendo pantalla vía Zoom.

De acuerdo con la tendencia actual de simplificación sistemática de la metodología del ACV, y respaldada por la actual literatura especializada en la temática, se determinó aplicar algunas de las estrategias metodológicas de simplificación del estudio, debido a que el empleo del ACV como metodología se encuentra limitado tanto en Argentina como a nivel de la región debido a la carencia de bases de datos de inventarios locales como asimismo de los indicadores de impacto nacionales o regionales.

De igual modo, ante la situación epidemiológica, la posibilidad de recolectar datos para el inventario en la etapa 2 del ACV se vio restringida. Ante esta situación, se decidió utilizar bases de datos internacionales siguiendo las recomendaciones de simplificación sistemática de esta metodología, las cuales han sido ampliamente difundidas e implementadas de acuerdo con la revisión bibliográfica realizada. Estas estrategias de simplificación permiten salvar los obstáculos que se encontraron en el acceso a datos primarios y a la información para inventarios propia de la región, y teniendo en cuenta que, aunque la metodología ACV es el principal método utilizado en la UE para evaluar las huellas ambientales de productos y procesos, suele tener una representación tergiversada de algunos sistemas, como por ejemplo los sistemas agroalimentarios, y un enfoque sesgado hacia los servicios ecosistémicos.

Además, y contemplando la situación de excepcionalidad que conlleva la pandemia para ejecutar los objetivos específicos replanteados en el informe de avance, se reformularon los límites del sistema en estudio. Es así que habiendo delimitado el sistema de referencia en estudio para ajustarse a las condiciones de excepcionalidad, se realizó la identificando de los flujos de entrada y salida más representativos de los procesos del sistema en estudio, correspondiéndose propiamente con el análisis de inventario, etapa 2 del ACV.

Con los flujos de entrada y salida analizados, se elaboraron tablas conteniendo la información de cada etapa del proceso para la construcción de la base de datos propia a utilizar en el programa informático openLCA, ya que, como se expuso en anteriores oportunidades, no existen bases de



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

datos nacionales ni regionales disponibles. Se llegó, por lo tanto, a la etapa 3 del ACV correspondiente a la evaluación de las categorías de impacto ambiental.

Asimismo, y debido a las dificultades intrínsecas que conlleva la aplicación de esta metodología en la práctica, se indagó en el encuadre epistemológico desde la perspectiva de la economía ecológica para abordar la metodología del ACV en función de una interpretación desde este enfoque disciplinar, y así identificar los inputs y outputs como transformaciones entrópicas, lo cual dio origen a un artículo enviado a la Revista Iberoamericana de Economía Ecológica (REVIBEC), el cual al presente se halla aún en proceso de revisión por parte del comité evaluador.

Por otra parte, se realizó una revisión de los sesgos que hay en los programas informáticos convencionales tanto de libre acceso como comerciales para realizar el ACV, que llevan a una inadecuada cobertura de algunos indicadores de impacto ambiental, evidenciándose de esta manera la dificultad de capturar en esquemas formales aspectos cualitativos inherentes a procesos de transformación entrópica.

De igual forma, uno de los puntos que surgieron en el problema de investigación fue la caracterización y la valorización de los impactos ambientales en la etapa 3 del ACV. Dado que la caracterización de los factores depende de condiciones subjetivas y asociadas a la localización, tales como exposición y efectos en los ecosistemas locales, lo cual conlleva a introducir sesgos en la valorización de los impactos ambientales, surgió adentrarse en el enfoque novedoso del análisis exergético aplicado al ACV.

Así pues, el novel enfoque exergético tiene el potencial de superar varios de estos problemas asociados a la caracterización y valorización de los impactos ambientales en la etapa 3 del ACV. Al utilizar la misma unidad de análisis, en la misma unidad de exergía, es posible mitigar los sesgos asociados a esos problemas de caracterización y valorización de los impactos ambientales.

Dado los inconvenientes que se presentaron, el trabajo finalmente derivó a una hipótesis diferente de la inicial, siendo la misma que, a pesar de todas las dificultades que tiene la metodología del ACV, ésta sigue siendo una buena herramienta para evaluar los potenciales impactos ambientales de procesos productivos, debido que logra capturar y representar analíticamente aspectos cualitativos de las transformaciones entrópicas de los procesos de producción. A la vez, permite identificar los puntos críticos en los procesos de esas transformaciones entrópicas.

## B. Principales resultados de la investigación

### B.1. Publicaciones en revistas (informar cada producción por separado)

Artículo 1:	
Autores	<i>Herrera, Elisabeth Ruth</i>
Título del artículo	Una revisión epistemológica a la metodología del análisis de ciclo de vida. A través de las lentes del modelo flujo-fondo de Georgescu-Roegen.
N° de fascículo	



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

N° de Volumen	
Revista	<i>Revista Iberoamericana de Ecología Ecológica</i>
Año	2022
Institución editora de la revista	<i>Red Iberoamericana de Ecología Ecológica</i>
País de procedencia de institución editora	<i>Brasil</i>
Arbitraje	Elija un elemento.
ISSN:	2385-4650
URL de descarga del artículo	
N° DOI	

#### B.2. Libros

Libro 1	
Autores	
Título del Libro	
Año	
Editorial	
Lugar de impresión	
Arbitraje	Elija un elemento.
ISBN:	
URL de descarga del libro	
N° DOI	

#### B.3. Capítulos de libros

Autores	
Título del Capitulo	
Título del Libro	
Año	
Editores del libro/Compiladores	
Lugar de impresión	
Arbitraje	Elija un elemento.
ISBN:	
URL de descarga del capítulo	
N° DOI	

#### B.4. Trabajos presentados a congresos y/o seminarios

--



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

Autores	
Título	
Año	
Evento	
Lugar de realización	
Fecha de presentación de la ponencia	
Entidad que organiza	
URL de descarga del trabajo (especificar solo si es la descarga del trabajo; formatos pdf, e-pub, etc.)	

#### B.5. Otras publicaciones

Autores	
Año	
Título	
Medio de Publicación	

**C. Otros resultados. Indicar aquellos resultados pasibles de ser protegidos a través de instrumentos de propiedad intelectual, como patentes, derechos de autor, derechos de obtentor, etc. y desarrollos que no pueden ser protegidos por instrumentos de propiedad intelectual, como las tecnologías organizacionales y otros. Complete un cuadro por cada uno de estos dos tipos de productos.**

C.1. Títulos de propiedad intelectual. Indicar: Tipo (marcas, patentes, modelos y diseños, la transferencia tecnológica) de desarrollo o producto, Titular, Fecha de solicitud, Fecha de otorgamiento

Tipo	Titular	Fecha de Solicitud	Fecha de Emisión

C.2. Otros desarrollos no pasibles de ser protegidos por títulos de propiedad intelectual. Indicar: Producto y Descripción.

Producto	Descripción

**D. Formación de recursos humanos. Trabajos finales de graduación, tesis de grado y posgrado. Completar un cuadro por cada uno de los trabajos generados en el marco del proyecto.**

D.1. Tesis de grado

Director (apellido y nombre)	y	Autor (apellido y nombre)	Institución	Calificación	Fecha /En curso	Título de la tesis



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019


#### D.2 Trabajo Final de Especialización

Director (apellido y nombre)	y	Autor (apellido y nombre)	Institución	Calificación	Fecha /En curso	Título del Trabajo Final

#### D.2. Tesis de posgrado: Maestría

Director (apellido y nombre)	y	Tesista (apellido y nombre)	Institución	Calificación	Fecha /En curso	Título de la tesis

#### D.3. Tesis de posgrado: Doctorado

Director (apellido y nombre)	y	Tesista (apellido y nombre)	Institución	Calificación	Fecha /En curso	Título de la tesis

#### D.4. Trabajos de Posdoctorado

Director (apellido y nombre)	y	Posdoctorando (apellido y nombre)	Institución	Calificación	Fecha /En curso	Título del trabajo	Publicación

#### E. Otros recursos humanos en formación: estudiantes/ investigadores (grado/posgrado/ posdoctorado)

Apellido y nombre del Recurso Humano	Tipo	Institución	Período (desde/hasta)	Actividad asignada <sup>2</sup>
Herrería, Elisabeth Ruth	Doctoranda	UNLaM	01/01/2020 a 31/12/2021	Introducción de Jurado en la aplicación de metodología de análisis de ciclo de vida.
Jurado, Vanina Gabriela	Alumna de grado	UNLaM	01/01/2020 a 31/12/2021	Determinación de Análisis de Ciclo de Vida y utilización de software libre.

<sup>2</sup> Descripción de la/s actividad/es a cargo (máximo 30 palabras)



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

**F. Vinculación<sup>3</sup>:** Indicar conformación de redes, intercambio científico, etc. con otros grupos de investigación; con el ámbito productivo o con entidades públicas. Desarrolle en no más de dos (2) páginas.

**G. Otra información. Incluir toda otra información que se considere pertinente.**

**H. Cuerpo de anexos:**

- Anexo I: Copia de cada uno de los trabajos mencionados en los puntos B, C y D, y certificaciones cuando corresponda.<sup>4</sup>
- Anexo II:
  - FPI-013: Evaluación de alumnos integrantes. (si corresponde)
  - FPI-014: Comprobante de liquidación y rendición de viáticos. (si corresponde)
  - FPI-015: Rendición de gastos del proyecto de investigación acompañado de las hojas foliadas con los comprobantes de gastos.
  - FPI-035: Formulario de reasignación de fondos en Presupuesto.
- Anexo III: Alta patrimonial de los bienes adquiridos con presupuesto del proyecto (FPI 017)
- Nota justificando baja de integrantes del equipo de investigación.

\_\_\_\_\_  
Dra. Ing. Paula Leon

Buenos Aires, 20 de Febrero de 2022

- Presentar una copia impresa firmada del presente documento junto con los Anexos, y enviar todo en archivo PDF por correo electrónico a la Secretaría de Investigación Departamental. **Límite de entrega: 28 de febrero de 2020**

<sup>3</sup> Entendemos por acciones de “vinculación” aquellas que tienen por objetivo dar respuesta a problemas, generando la creación de productos o servicios innovadores y confeccionados “a medida” de sus contrapartes.

<sup>4</sup> En caso de libros, podrá presentarse una fotocopia de la primera hoja significativa o su equivalente y el índice.



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

## Anexo I:

Título y subtítulo: Una revisión epistemológica a la metodología del análisis de ciclo de vida. A través de las lentes del modelo flujo-fondo de Georgescu-Roegen. Autor: Elisabeth Ruth Herrería Afiliación institucional: Universidad Nacional de La Matanza – Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas Dirección de contacto:Florencio Varela 1903 - San Justo (B1754JEC) Prov. Buenos Aires - Argentina Dirección electrónica: [eherreria@unlam.edu.ar](mailto:eherreria@unlam.edu.ar)

### Resumen

No cabe duda de que la metodología del análisis del ciclo de vida (ACV) ha sido convencionalmente aceptada como una herramienta de la ecología industrial para evaluar los impactos ambientales asociados a productos y a procesos productivos. Sin embargo, pocas investigaciones, estudios y revisiones sobre los inconvenientes metodológicos de su aplicación han cuestionado el alcance de los aspectos cualitativos inherentes a los procesos productivos y sus implicaciones sobre lo que realmente se mide y se evalúa. Si cualquier proceso de producción se concibe como un cambio cualitativo, entonces una perspectiva entrópica podría proporcionar una mejor comprensión de aquello que se está evaluando al aplicar esta metodología. Entonces, resulta adecuado argumentar que la metodología del ACV intenta dar cierto ordenamiento lógico a fenómenos esencialmente dialécticos. Para tal propósito, se examina el modelo flujo-fondo de Georgescu-Roegen para elucidar los aspectos cualitativos detrás de las fases del ACV, reflexionando relacionalmente teoría y praxis. Palabras clave análisis de ciclo de vida, proceso de producción, transformaciones cualitativas, Georgescu-Roegen, modelo flujo-fondo. Descriptor JEL: Q57.

### Abstract

There is no doubt that the methodology of life cycle analysis (LCA) has been conventionally accepted as a tool of industrial ecology to evaluate the environmental impacts associated with products and production processes. However, few research, studies and reviews related to methodological drawbacks of its application have scrutinised the scope of the qualitative aspects inherent in production processes and their implications on what is actually measured and evaluated. If any production process is conceived as a qualitative change, then an entropic perspective might provide a better understanding of what is being assessed when applying this methodology. Therefore, it appears to be relevant to argue that LCA methodology attempts to give a certain logical order to essentially dialectical phenomena. For this purpose, the Georgescu-Roegen's flow-fund model is examined to shed light on the qualitative aspects behind the LCA phases.

### Keywords

life cycle assessment, production process, qualitative transformations, Georgescu-Roegen, flow-fund model.

### 1.Introducción

Teoría y praxis se presentan como aspectos relacionales en la formación y en la práctica profesional, y esa conjunción de situar relacionalmente teoría y praxis resultó ser paradójicamente el puntapié inicial para avanzar hacia un camino de reflexión e indagación acerca del orden de cosas que la metodología del análisis del ciclo de vida aborda. Interpelar y preguntar acerca de lo que es o no es el objeto de estudio en una investigación aplicada invita a dialogar asociativamente entre epistemología, teoría y práctica. Ahora bien, no por ser de naturaleza aplicada, una investigación no ha de conducir a un ejercicio de reflexión sobre ciertos aspectos epistemológicos que se presentan en la temática a investigar. Es así que mientras se iniciaba un proyecto de investigación aplicada basado en la metodología del análisis de ciclo de vida, en paralelo se desarrollaba un proceso de escritura de un apartado de una tesis doctoral, en el cual se investigaban las implicaciones epistemológicas y filosóficas del proceso productivo planteados por Nicholas Georgescu-Roegen. Así fue como teoría y praxis se ubicaron en una coordenada relacional: ese apartado con esa pieza de escritura se constituía en el escenario teorizante desde donde la práctica de experimentar la metodología del análisis de ciclo de vida vino a preguntarse sobre el orden de cosas que se supone que se está midiendo



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

y evaluando en las principales fases que conlleva un estudio de análisis de ciclo de vida, de tal manera de ensayar un acercamiento a la naturaleza del objeto mientras se puso en práctica la referida metodología. Pues bien, la propuesta derivada de esta conjunción relacional entre teoría y praxis condujo a plantear la intencionalidad de elaborar este artículo. Por lo tanto, este trabajo se propone transitar un itinerario para examinar cómo las bases epistemológicas del modelo flujo-fondo de Georgescu-Roegen otorgan un marco referencial para clarificar por qué en el plano de la praxis es tan complejo llevar a cabo un estudio de ACV. De seguro, los inconvenientes más frecuentemente referidos en la literatura especializada reflejan la complejidad que asume un fenómeno que expresa transformaciones del orden de lo cualitativo, y por ende, los aportes de Georgescu-Roegen al entendimiento del proceso de producción desde su modelo flujo-fondo ayudan a comprender por qué la metodología del análisis de ciclo de vida resulta ser no obstante una herramienta analítica capaz de estimar y evaluar aquello que de otra forma no podría ser cuantificable. Por consiguiente, este artículo busca proporcionar un marco de reflexión epistemológica para quienes en su práctica recurren a esta metodología para al menos intentar dar lo mejor de sí mismos en las arenas movilizadas de la transición hacia patrones de producción alineados a la Agenda 2020 para el Desarrollo Sostenible.

Así pues, este artículo se divide en cinco secciones. En la primera, se examina la problemática de referirse al concepto de proceso en términos epistemológicos y qué complejidades asume su representación analíticamente según Georgescu-Roegen. La segunda sección aborda cuestiones asociadas a la cuestión de delimitar temporalmente las transformaciones cualitativas que acontecen al interior de un proceso de producción en el planteamiento elaborado por Georgescu-Roegen. La tercera sección se aboca a escrudiñar cómo los recursos no energéticos de capital y trabajo pueden ser analíticamente representados requiriendo así una interpretación novel. La cuarta sección se centra en elucidar cómo representar analíticamente el proceso de producción como transformación entrópica. La última sección establece un diálogo entre teoría y praxis para comprender cómo las fases del análisis de ciclo de vida capturan las principales implicaciones epistemológicas del modelo de flujo-fondo de Georgescu-Roegen. 2. La noción de proceso y su representación analítica Si Georgescu-Roegen reconoce la dificultad conceptual de establecer límites al proceso económico, comprensiblemente, va a trasladar la referida problemática al ámbito de la esfera de la producción para interrogarse acerca de cómo puede ser abordado el proceso productivo en relación con sus límites

(Georgescu-Roegen 1972;1996). Es así que Georgescu-Roegen parte de preguntarse cómo se puede conocer aquello que está siendo transformado en un proceso parcial productivo, como puede ser enlatados de atún en agua, y para qué sirve interpelarse acerca del alcance del mismo, vale decir qué tan sustancial es conocer lo que se transforma cuando se elabora una lata de atún en agua. De hecho, ambas inquietudes conceptuales, encapsuladas en los referidos interrogantes, se relacionan con la necesidad de hallar un marco conceptual más pródigo a fin de enriquecer la representación analítica de los procesos productivos en escala temporal y espacial a diferencia de la tradicional descripción de relaciones entre insumos y productos. Inicialmente, y sin desechar intelectualmente las tensiones existentes entre la naturaleza dialéctica del cambio y cómo representar a dicho cambio sin caer en una imposibilidad de definir una parte de la realidad, Georgescu-Roegen se propone no quedar atrapado en la sempiterna oposición entre el ser y el devenir, apelando para ello a abrirse camino para reconciliarse con ambas tradiciones filosóficas cuando propone objetivar el análisis del proceso de producción y dotarlo de una especificidad propia que dé cuenta de las transformaciones y cambios representados analíticamente. De ahí que para Georgescu-Roegen la representación de un proceso, incluido el proceso de producción, amerita representar analíticamente aquello que se transforma en cualquier proceso. Si bien resulta imposible dismantelar el velo de la penumbra dialéctica en cualquier proceso que inexorablemente implica cambio cualitativo, al menos habrá que analizar cómo se produce el cambio dentro de un proceso por medio de delimitar analíticamente los componentes parciales del referido proceso.

Para ello, Georgescu-Roegen resalta la conveniencia de otorgar a cualquier proceso parcial un límite analítico cuando argumenta que “Sin límite analítico no hay proceso analítico” (Georgescu-Roegen 1996:277). En



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

efecto, el abordaje de la realidad debe ostentar un propósito o una intencionalidad definida que va a venir dada por su propio límite. Por lo tanto, si no se propusiera un límite para el estudio de una porción de la realidad, entonces no resultará posible convalidar la representación analítica del proceso en cuestión. Concerniente al análisis de la producción, se puede aseverar que un proceso parcial, supóngase el enlatado de atún en agua, se encuentra confinado en una unidad de producción (entiéndase, una planta elaboradora) que ejecuta una porción (entiéndase, el enlatado de atún en agua) del total del proceso de producción (entiéndase, otros procesos que se realizan en otras unidades de producción). Por consiguiente y en relación con la intencionalidad que comprende determinar el límite de un proceso analítico, Georgescu-Roegen propone diferenciar dos elementos que dan cuenta del entorno y de la temporalidad en que se inscribe el límite de cualquier proceso analítico. Por un lado, distingue la frontera del proceso como el borde que divide aquello que se encuentra contenido dentro del proceso de su entorno en cualquier momento del tiempo, y la duración del proceso como el intervalo de tiempo que transcurre desde su inicio hasta su finalización. No obstante, y reconociendo que cualquier representación de un intervalo de tiempo se establece por mera abstracción, Georgescu-Roegen admite que la utilización de un esquema aritmomórfico para determinar la duración del tiempo de un proceso analítico debe ser entendida como una herramienta de análisis que permite diferenciar discretamente el inicio y el fin, vale decir, otorgar finitud temporal al límite del proceso analítico.

Por consiguiente y en relación con la intencionalidad que comprende determinar el límite de un proceso analítico, Georgescu-Roegen propone diferenciar dos elementos que dan cuenta del entorno y de la temporalidad en que se inscribe el límite de cualquier proceso analítico. Por un lado, distingue la frontera del proceso como el borde que divide aquello que se encuentra contenido dentro del proceso de su entorno en cualquier momento del tiempo, y la duración del proceso como el intervalo de tiempo que transcurre desde su inicio hasta su finalización. No obstante, y reconociendo que cualquier representación de un intervalo de tiempo se establece por mera abstracción, Georgescu-Roegen admite que la utilización de un esquema aritmomórfico para determinar la duración del tiempo de un proceso analítico debe ser entendida como una herramienta de análisis que permite diferenciar discretamente el inicio y el fin, vale decir, otorgar finitud temporal al límite del proceso analítico.

Para tal propósito, Georgescu-Roegen plantea que la condición de finitud del tiempo de duración de un proceso va a estar fijada en algún lapso finito de tiempo entre el inicio de proceso  $t_0$ , considerando  $t_0 > -\infty$ , y el fin de dicho proceso  $t_1$ , siendo  $t_1 < +\infty$ . Ahora bien, Georgescu-Roegen a su vez reconoce que el intervalo de la duración del tiempo de un proceso puede también formalizarse tanto por  $t_0 = -\infty$  como su tiempo de inicio y  $t_1 = +\infty$  como su tiempo de finalización. Sin embargo, dichas formalizaciones de la duración del tiempo del proceso analítico invalidarían por entero el propósito, tanto de poder identificar aquello que ha ingresado desde afuera de la frontera del proceso si  $t_0 = -\infty$ , como asimismo de aprehender aquello que obra al interior del proceso si  $t_1 = +\infty$ . Del mismo modo, no habría duración de un proceso si se estableciese la igualdad  $t_0 = t_1$ , dado que si el tiempo de inicio fuese igual al tiempo de finalización no habría posibilidad de que el proceso analítico pudiera acontecer.

Consecuentemente, resultaría ser invalidada la noción de proceso analítico.

Por ende, las referidas consideraciones en torno a los formalismos en que puede expresarse la duración de un tiempo finito plantean la preocupación de Georgescu-Roegen en relación con los propósitos de emplear formalismos lógicos para conocer el funcionamiento del mundo real. En este sentido, Georgescu-Roegen considera que la formalización como herramienta de análisis para representar la realidad solamente adquiere sentido si ayuda a otorgar a ese conocimiento un cierto ordenamiento lógico.

### 3. Temporalidad, límites y transformaciones entrópicas

Asimismo, y relativo al límite de un proceso, Georgescu-Roegen plantea que si se pretende explicar completamente todo aquello que acontece dentro de un proceso, se estaría frente a una condición de regresión infinita. Dado que para explicar cada uno de los acontecimientos que suceden en el proceso a ser inicialmente explicado, se necesitará establecer un nuevo límite analítico para cada uno de los sucesivos acontecimientos, presentándose así una condición de regresión al infinito.



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

Por consiguiente, y considerando el engranaje que opera al interior del proceso como inconmensurable, surge la necesidad de seccionar la realidad circundante frente a esa imposibilidad analítica de explicar todo aquello que sucede dentro del proceso. Por lo cual, esa porción seccionada de la realidad va a constituirse en un proceso parcial, delimitando por medio del mismo una sucesión de acontecimientos temporales, a la cual Georgescu-Roegen denomina procesos elementales de transformación.

Entonces, desde luego, el proceso parcial habrá de ser concebido como proceso elemental. De igual forma, el proceso de producción también habrá de ser un proceso elemental, que se encontrará a la vez sujeto a la irreversibilidad que supone la temporalidad del devenir. Por consiguiente, cuando se hace referencia al análisis del proceso productivo, el interrogante a ser planteado resultará ser un ejercicio especulativo más complejo que analizar la manera en que se combinan varios insumos para producir una cantidad determinada, y encima de manera económicamente eficiente, considerando el estado de arte de la tecnología.

Por lo tanto, es en la mismísima apelación a concebir la producción como un proceso elemental, donde aparece el punto de quiebre epistemológico entre Georgescu-Roegen y la teoría de la producción convencional entendida como combinación de factores sin mediación temporal. Cabe agregar que, dado que en la teoría convencional no hay referencia al transcurso del tiempo, no hay posibilidad de representar aquello que se modifica, se altera o se transforma de manera inmanente e indeterminada, como ocurre en la evolución biológica y en los procesos socio-históricos.

En efecto, un primer punto de partida para desarrollar una representación analítica del proceso de producción en términos de cambios cualitativos se evidencia cuando Georgescu-Roegen plantea que el proceso elemental se constituye en la base de la producción de cualquier bien (Georgescu-Roegen 1971:284). Un segundo punto de partida, y quizás el cual evidencia su disputa con la representación neoclásica del proceso productivo, puede observarse en relación con su concepción de la duración del tiempo de un proceso parcial, lo cual insinúa la sujeción de cualquier proceso a la condición de irreversibilidad.

Por lo tanto, un proceso elemental tampoco podrá ir en contra de la Segunda Ley de la Termodinámica. Obsérvese que resulta imposible que el mismo atún que fue enlatado en agua pueda revertirse en un individuo de esa especie ictícola nadando detrás de una tonina en mar abierto. Por tanto, y para emprender su cometido de representar la producción como una transformación en términos de cambios de cualidades de manera indeterminada, Georgescu-Roegen introduce una distinción entre ciertos elementos que se consumen y ciertos elementos que no son consumidos durante el proceso productivo, debido a que en contraposición a la representación neoclásica, “los productos son creados” (Georgescu-Roegen 1996:289) por ciertos agentes que prestan servicios para transformar los flujos de entrada en flujos de salida. Para Georgescu-Roegen, en efecto, el capital y el trabajo se erigen en prestadores de servicios, dado que son utilizados durante el proceso pero no consumidos en el mismo.

Considérese el proceso de enlatado de atún en agua, el autoclave para la esterilización y su correspondiente sistema de automatización no se consumen mientras se ejecuta la esterilización del atún; en cualquier caso, se encuentran sujetos a un proceso de desgaste. De igual forma, la trabajadora encargada de manejar el sistema automatizado que controla el autoclave no es consumida durante el lapso de tiempo de la esterilización; tal vez ella podrá sentirse un poco cansada o totalmente extenuada dependiendo de la cultura organizacional de la unidad productiva.

Del mismo modo, se observa que tanto el pescado de atún fresco como el agua apta para elaboración de alimentos, han sido consumidos mientras acontece el proceso de eviscerado del pescado. Por su parte, el atún fresco que ingresó fue transformado mediante diversas maquinarias y sistemas automatizados, operados y regulados por mujeres y hombres trabajadores, en una conserva en agua para ser consumido como un producto saludable. Asimismo, el agua apta para la elaboración de alimentos que ingresó para lavar al atún fresco se agotó al concluir el proceso de lavado realizado por lavadoras automáticas controladas y reguladas por mujeres y hombres trabajadores.

4. Los fondos de servicios dentro del proceso de transformación cualitativa



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

No obstante, y a partir de observar que hay ciertos elementos que ingresan pero que en vez de consumirse se emplean para transformar los flujos de entrada en flujos de salida, Georgescu-Roegen descree de la validez analítica de distinguir a las entradas como duraderas y no duraderas. De hecho, el cuestionamiento de Georgescu-Roegen a la condición de durabilidad de los inputs en la producción, surge de observar que una entrada durable, entendiéndose el citado autoclave, si bien puede ser considerada un capital material, no ha de estar sujeta a un proceso de acumulación o desacumulación. En ese mismo sentido, el proceso de acumulación o desacumulación de una planta productora no puede ser representado como una cuestión de comportamiento mecánico. De esta manera, Georgescu-Roegen demuestra que el capital físico no puede concebirse como meras existencias o reservas, como si se tratase de un “stock de carbón” (Georgescu-Roegen 1996:291), sino que aquello que es comúnmente denominado stock de capital va a asumir la condición específica de ser un fondo de servicio. Pues bien y asumiendo la condición de estado estacionario, el hecho de que estos elementos de fondo ofrezcan servicios conlleva a la imposibilidad de suponer que los mismos pueden ser o no acumulados; de hecho, expresa Georgescu-Roegen, “los servicios no pueden acumularse como los dólares de una cuenta o como los sellos de una colección. Solamente pueden usarse o desperdiciarse” (Georgescu-Roegen 1996:291). Más allá que el uso de esos elementos de fondo se encuentre sujeto a la irreversibilidad del flujo unidireccional del tiempo, Georgescu-Roegen reconoce ciertas dificultades en analizar la temática del mantenimiento de los elementos de fondos de servicios. Si bien estos elementos entran y salen del proceso productivo conservando sus peculiaridades, dado que de otra manera resultarían ser elementos de flujo, su propio mantenimiento supone requerir de otros servicios que a la vez requieren también ser mantenidos o restablecidos. En el caso de los elementos de fondo representados por las mujeres y hombres trabajadores (H), el mantenimiento de ellos mismos acontece, no en la esfera de la producción, sino en la esfera privada; básicamente sus hogares serán el ámbito en donde se llevará a cabo el sostenimiento de sus funciones vitales, incluyendo el descanso y el esparcimiento. Por otra parte, y referido al mantenimiento de un elemento de capital (K), como puede ser el autoclave, su mantenimiento requerirá por ejemplo diversas herramientas que a la vez necesitan ser ellas mismas mantenidas por otras herramientas y así sucesivamente a fin de mantener la eficacia de este elemento de capital constante. Cabe señalar que para Georgescu-Roegen mantener la eficacia intacta “no implica que un elemento del capital sea un monolito indestructible; lo único que significa es que la eficiencia específica de cada elemento de capital se mantiene constante.” (Georgescu-Roegen 1996:291). En el caso de este autoclave, aquello que debe mantenerse constante es la eficacia de generar calor húmedo para esterilizar la conserva de atún, independientemente del aspecto externo del referido autoclave dado que como remarca Georgescu-Roegen “No importa que una máquina parezca vieja, esté arañada, abollada, pasada de moda, etc., mientras sea tan eficiente como cuando era nueva.” (Georgescu-Roegen 1996:291). Si bien Georgescu-Roegen reconoce ciertas dificultades conceptuales en torno a la idea del mantenimiento de los elementos de capital (K) y de trabajo (H), su real pretensión se halla en encapsular aquellos aspectos más representativos de las transformaciones cualitativas que operan por dentro del límite del proceso de producción como un artificio para facilitar su abordaje y análisis mediante un ordenamiento lógico, pero a la vez, más completo y sensato que las representaciones tradicionales del proceso productivo asentadas en esquemas de funciones lineales.

5. La representación analítica del cambio cualitativo del proceso de producción Ahora bien, Georgescu-Roegen identifica que una primera aproximación a representar analíticamente un proceso productivo en un intervalo de tiempo  $[0, T]$  puede esbozarse mediante la siguiente expresión (Georgescu-Roegen 1996:296):  $T \int_0^T [E_i(t); S \delta(t)] dt$  donde  $E_i(t)$  es la tasa de flujo representada por una coordenada de flujos que ingresan o egresan en el tiempo  $t$ , considerando que ningún flujo ingresa y egresa a la vez, y  $S \delta(t)$  es la tasa de servicios denotada como una función de los servicios acumulativos prestados en el tiempo  $t$  por los fondos. Por consiguiente, esta representación analítica del proceso productivo durante un intervalo de tiempo permite examinar el cambio de las cualidades de los elementos que cruzan el límite del proceso productivo. Por lo cual, la evaluación de cualidades refiere a un cambio de condición. Por lo tanto, si algo cambió de condición sugiere que transcurrió un tiempo finito entre su inicio  $t_0$ , considerando  $t_0 > -\infty$  y su finalización  $t_1$ , siendo  $t_1 < +\infty$ , dado que si hubiera sucedido de manera instantánea dada por la igualdad  $t_0 = t_1$ , no habría



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

transcurrido un lapso de tiempo finito. Por consiguiente, sucedió en un momento determinado  $[0, T]$ , lo cual denota historicidad. A la vez, la condición de haber sucedido en un intervalo definido de tiempo insinúa que hubo un momento pasado que no puede ser revertido. A la vez, al no haber posibilidad de reversión, porque el transcurso del tiempo es unidireccional, se alude a la existencia de una condición de indeterminación inherente a cualquier suceso, tal como resulta ser para Georgescu-Roegen el proceso productivo. Sin embargo, esta condición de indeterminación entrópica del proceso productivo no obnubila el propósito de Georgescu-Roegen por elaborar un modelo flujos-fondos, y de este modo, demostrar la esencia dialéctica que esconde el proceso productivo de acuerdo con el siguiente vector de funciones delimitado en un lapso de tiempo (Georgescu-Roegen 1996:298):  $T T T T T T T T [R(t), I(t), M(t), Q(t), W(t); L(t), K(t), H(t)]. O O O O O O O O Y$ , donde en el intervalo dado por  $[0, T]$ ,  $- R, I$  y  $M$  representan los flujos de entradas, siendo  $R$  los recursos naturales que proveen “la energía solar, la lluvia, los productos químicos «naturales» en el aire y en la tierra, el carbón en los yacimientos, etc.” (Georgescu-Roegen 1996:297),  $I$  los productos que provienen de otros procesos productivos y  $M$  los insumos que sirven para el mantenimiento del capital ( $K$ );  $- Q$  y  $W$  consisten en los flujos de salidas, siendo  $Q$  los productos, y  $W$  los diversos residuos generados;  $- L, K$  y  $H$  son los elementos de fondo, siendo  $L$  “la tierra Ricardiana” (Georgescu-Roegen 1996:298), proveedora de radiación solar y componente inmóvil; mientras que  $K$  denota el capital material y  $H$  expresa la fuerza de trabajo. Supóngase para el caso de la planta elaboradora de enlatado de atún en agua y dado un intervalo de tiempo  $[0, T]$ , que el agua apta para elaboración de alimentos, la cantidad de kilos de atún semi-congelado como asimismo las unidades físicas de repuestos e insumos para el mantenimiento preventivo de los equipos, representan los ingresos  $R, I$  y  $M$  respectivamente, siendo consumidos dentro del proceso. A la vez, las unidades físicas de latas de atún en agua como asimismo los kilovatios consumidos, los kilogramos de emisiones de  $CO_2$ , los litros de efluentes generados y los kilos de vísceras eliminadas, entre otros residuos generados, comportan los flujos de salida  $Q$  y  $W$  que son creados en dicho proceso. En tanto que la energía capturada por la tierra ricardiana, las mujeres y hombres en sus puestos de trabajo y el equipamiento compuesto por las lavadoras automáticas, las cintas transportadoras, las laminadoras de corte, los autoclaves, la selladora, la etiquetadora, etc. representan respectivamente a  $L, H$  y  $K$ . Si bien estos dos últimos elementos se encuentran sometidos a ciertas formas particulares de desgaste, los mismos egresan del proceso sin haber sufrido severas modificaciones. Asimismo, obsérvese que los elementos de flujos de ingreso y egreso indicados en este proceso productivo son referidos en términos de cuantía, por ejemplo, kilos de atún semi-congelado, litros de efluentes generados. Sin embargo, los elementos de fondo señalados en dicho proceso de producción refieren a los servicios que prestan, pero no a las existencias provistas por dichos elementos de fondos. Es así que la tierra Ricardiana no provee cantidades de kilojoules de energía solar capturada, sino el servicio de capturar energía solar para sustentar el posterior desarrollo de los organismos vivos. De igual forma, las diversas lavadoras automáticas no proveen “cantidades lavadas” de pescado semi-congelado, dado que las cantidades lavadas representan flujos de egresos creados en dicho proceso. De hecho, estas citadas lavadoras proveen el servicio de forma acumulativa de dejar limpio el pescado para posteriormente convertirse en una conserva de alimento saludable. De esta manera, se observa que en la representación analítica del proceso productivo aludida por Georgescu-Roegen los elementos distintivos de este modelo flujos-fondos asumen la condición de ser complementos unos de otros, a la vez que se insinúa la imposibilidad de ser reemplazados unos por otros, y por lo tanto, Georgescu-Roegen se propone interpelar deliberadamente ciertos supuestos convencionales del modo en que se organiza la producción; supuestos que como se ha analizado no vendrían a reflejar un fenómeno sujeto a transformaciones del orden de los cualitativo.

6. Consideraciones para compartir del enlazado de teoría y praxis en las etapas de la metodología del análisis del ciclo de vida Después de haber recorrido las principales implicaciones epistemológicas del modelo flujo-fondo propuesto por Georgescu-Roegen, resulta conveniente presentar una serie de consideraciones acerca de por qué dichas implicaciones del escenario teorizante montado en las secciones anteriores se ven reflejadas

cuando se adentra en el proceso de puesta en escena de la práctica de las fases de la metodología del análisis



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

de ciclo de vida.

Considerando que la primera fase de la referida metodología comprende definir los límites del sistema de un producto o procesos en estudio, resulta plausible comprender que establecer los límites de un sistema de referencia en un estudio de análisis de ciclo de vida se presenta en la práctica como un recorrido desde un Todo sin costuras a una porción de ese Todo porque se otorga esencialidad a la intencionalidad que representa ese ámbito de estudio en un contexto de práctica. Así pues, la delimitación tanto del sistema de referencia como de la unidad funcional del sistema en estudio conduce necesariamente a preguntarse acerca de cuál es el propósito que se persigue.

Entonces, preguntarse acerca de la relevancia del propósito que subyace en la identificación de los límites del sistema en el contexto de un estudio de análisis de ciclo de vida conlleva interrogarse acerca de las complejidades que supone delimitar analíticamente un proceso. Así pues, Georgescu-Roegen argumenta que todo proceso implica Cambio y que como tal se ubica en un orden de lo dialéctico (Georgescu-Roegen 1996:275). Este orden dialéctico representa un desafío epistemológico a superar dado que sin posibilidad de describir analíticamente la variedad de procesos en que deviene, por ejemplo, la producción de atún enlatado al agua, no es posible comprender los cambios que acontecen para que tal acontecimiento suceda, vale decir la producción de latas de atún en agua.

Por consiguientes, la problemática de definir los límites del sistema en la metodología del análisis de ciclo de vida trae a colación los argumentos presentados por Georgescu-Roegen cuando entiende que “Sin límite analítico no hay proceso analítico” (Georgescu-Roegen 1996:276). De igual forma, la definición de los límites en la primera fase de un ACV también se asocia con la consideración epistemológica de cómo no caer en una regresión infinita y al mismo tiempo poder saber qué es posible conocer aquello que está siendo transformado. En el caso del enlatado del atún en agua, ¿cómo saber qué parte del todo interesa delimitar analíticamente si no se ha otorgado un propósito analítico al mismo? En este caso, el todo incluiría desde que los individuos de esta especie ictícola son capturados en el mar hasta en qué coordenadas espaciales y temporales se disponen las latas ya consumidas de atún en agua. Pero si no hay un propósito analítico resultaría lo mismo establecer un límite analítico para ese todo, lo cual en definitiva sería una imposibilidad analítica y, por ende, no poder conocer en qué deviene aquello que se transforma y que sí interesa conocerse.

A colación de lo expuesto, entonces, surge la necesidad de definir tanto la frontera como la duración del proceso según entiende Georgescu-Roegen, dos elementos clave que en la segunda fase del análisis de ciclo de vida, denominada análisis del inventario del ciclo de vida, vienen dadas por la urgencia de definir en términos analíticos que elementos entran y salen del límite del sistema de referencia en estudio, los cuales se erigen en la frontera del proceso, de modo de adentrarse en el procedimiento de realizar su cuantificación por medio de un intervalo de tiempo que explica que el fenómeno en estudio se sujeta analíticamente a una duración que discretamente posee inicio y fin.

Asimismo, esta fase, a la vez, puede ser interpretada como un fenómeno dialéctico porque denota cambio de cualidades, pero y a pesar de que se está en un plano del orden de lo cualitativo, necesita en términos analíticos integrarse en un solo modelo formal, siendo precisamente el inventario de las entradas y salidas del proceso. De tal manera que los flujos de ingreso y egreso conforman la frontera del proceso en un intervalo de tiempo que al tener un principio y un fin expresan la irreversibilidad dada por la entropía, y lo que pretende cuantificarse es precisamente una serie de transformaciones entrópicas de lo que ocurre cuando los flujos materiales y energéticos que tanto entran o salen de aquello que está siendo transformado cambian de cualidades como la calidad del agua utilizada para la elaboración de enlatado de atún en agua.

De ahí que el proceso de construcción del inventario del ciclo de vida, cuando se pone en práctica, resulta ser extremadamente complejo, requiriéndose apelar a estrategias de simplificación recientemente debatidas por Beemsterboer et al. (2020). Por ende, en la práctica, el procedimiento del inventario del ciclo de vida puede interpretarse como un fenómeno dialéctico que se va constituyendo en un esquema formal, y de tal forma, su propósito yace en elucidar analíticamente las cualidades de lo que entra y egresa, aunque no pueda dar cuenta verdaderamente de aquello que ha cambiado cualitativamente. Ahora bien, ¿por qué no



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

verdaderamente verdadero?; porque la verdad propositiva va a venir dada por un orden que no se sujeta a cambios cualitativos, sino que a un orden en donde solo operan cambios que sí pueden ser sujetos plenamente a cuantificación, pero en tal caso no se estaría ante una representación real de lo que esencialmente no se sujeta al cambio cualitativo como lo es un proceso de producción.

En efecto, los debates acerca de las estrategias de simplificación en esta etapa del ACV reflejan la crítica epistemológica que realiza Georgescu-Roegen en su modelo flujo-fondo hacia el uso de esquemas aritmomórficos para identificar cambios cualitativos. No obstante, las transformaciones entrópicas de los flujos de ingreso y salida que se estiman en esta etapa de la metodología del análisis de ciclo de vida vienen a reconocer claramente la complementariedad de los mismos en ese proceso de cambio cualitativo porque de otra manera cuál sería el interés de aproximarse a cuantificar mediante diversas estrategias semi cuanti-cualitativas (Heiskanen 2002; Hurt et al. 2004; Moberg et al. 2014; Arzoumanidis et al. 2017; Beemsterboer et al. 2020), los atributos de esos flujos que se complementan en un proceso de producción, como puede ser el enlatado de atún en agua.

De hecho, una mirada indagadora a lo que subyace epistemológicamente en la práctica de construcción del inventario del ciclo de vida de forma híbrida verá que detrás de ese procedimiento que intenta plasmarse en ese modelo aritmomórfico aparece reflejada la imagen que Georgescu-Roegen retrata cuando expresa que “las cosas abarcadas por una medición puramente ordinal tienen que variar necesariamente de forma cualitativa, pues en otro caso no habría absolutamente nada que nos impidiese adicionarlas y sustraerlas físicamente y, por consiguiente, construir para ellas una medición cardinal.” (Georgescu-Roegen 1996:152). Por lo tanto, las estrategias tanto de exclusión de determinados flujos como los enfoques semi cuanti-cualitativos que permiten construir un inventario de ciclo de vida híbrido han de ser diferentes formas que implícitamente expresan la imposible proeza de aprehender en un solo modelo todas las transformaciones cualitativas que ocurren en un proceso elemental.

Incluso, este entendimiento cualitativo se irradia a los fondos de servicio (capital y trabajo) en el emergente método denominado contabilización exergía extendida del enfoque exergético del ACV, el cual permite contabilizar los costos no-energéticos incluidos en el sistema de balances de flujos exergéticos en estudio (Sciubba 2008; Dai et al. 2014). Por lo tanto, abordar en términos termo-económicos al capital y al trabajo en el proceso de contabilizar las entradas y salidas de los demás flujos exergéticos del sistema en estudio viene a reconocer que el fenómeno en estudio se sujeta a transformación entrópica, a la vez que los fondos de servicios, capital y trabajo, no han de estar sujeto a procesos de acumulación o desacumulación. De ahí que pueden ser analizados en términos termo-económicos desde este emergente enfoque de la metodología del ACV. Así las cosas, tanto la tercera como la cuarta etapa de esta metodología, denominadas respectivamente análisis de impacto del ciclo de vida e interpretación de resultados, no están exentas de verse atravesadas por consideraciones epistemológicas analizadas por Georgescu-Roegen cuando se trabaja en dichas fases. En primer lugar, la aplicación de estrategias de exclusión de categorías de impacto ambiental debatidas frecuentemente en la fase del análisis del impacto y su interpretación (Brest y Frankhause 1996; Fleisher et al. 2001; Hochschorner y Finneveden 2003; Cheng et al. 2018; van der Werf et al. 2020; Beemsterboer et al. 2020) reflejan cómo la subjetividad y la arbitrariedad interpelan los resultados obtenidos de acuerdo a cómo se ha podido medir ciertos fenómenos para los cuales no hay una sola medida, dando cuenta de esta manera que se está en un orden de fenómenos que se solapan mutuamente al no sujetarse completamente a una escala de medición cardinal, y porque además, la relevancia de evaluar e interpretar hasta dónde llega el alcance de un determinado conjunto de impactos se encuentra más próxima a la intención que se le otorgó en una escala espacial y temporal que a la posibilidad de alcanzar una verdadera cuantificación para todo tiempo y lugar. Por último, la conjunción relacional entre teoría y praxis escenificada en esta propuesta argumentativa pone en manifiesto por qué la metodología del ACV sigue siendo una práctica que constantemente busca simplificarse de manera tal de no olvidarse que su propósito sigue siendo capturar la esencia cualitativa de los fenómenos que aborda, y que como tal necesita valerse de esquemas analíticos y transitar la empinada cuesta de la transición ecológica que se necesita para dar un ordenamiento lógico a áreas de interés que no necesariamente pueden valerse de formalizaciones derivadas de verdaderas



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

cuantificaciones. De otra forma se estaría en el orden de conceptos que carecerían de sentido real en el espacio y en el tiempo en que se está reclamando patrones de producción y consumo alineados a la Agenda 2020 para el Desarrollo Sostenible.

## 7. Bibliografía

Arzoumanidis, I., Salomone, R., Petti, L., Mondello, G. y A. Raggi., 2017. Is there a simplified LCA tool suitable for the agri-food industry? An assessment of selected tools. *Journal of Cleaner Production* 149:406-425. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.059>

Beemsterboer, S., Baumann, H. y H. Wallbaum., 2020. Ways to get work done: a review and systematization of simplification practices in the LCA literature. *The International Journal of Life Cycle Assessment* Vol.25:2154-2168.

<https://doi.org/10.1007/s11367-020-01821-wBretz>,

R. y P. Frankhauser.,1996. Screening LCA for large numbers of products: estimation tools to fill data gaps. *International Journal of Life Cycle Assessment* Vol.1:139-146.

<https://doi.org/10.1007/BF02978941>

Cheng, M.H., Sekhon, J.J.K., Rosentrater, K.A., Wang, T., Jung, S. y L. A. Johnson.,2018. Environmental impact assessment of soybean oil production: Extruding-expelling process, hexane extraction and aqueous extraction. *Food and Bioproducts Processing* Vol.108:58-68.

<https://doi.org/10.1016/j.fbp.2018.01.001>

Dai, J., Chen, B., y E. Sciubba.,2014. Ecological accounting based on extended exergy: A sustainability perspective. *Environmental Science & Technology* Vol.48(16):9826-33.

<https://doi.org/10.1021/es404191v>

Fleischer, G., Gerner, K., Kunst, H., Lichtenvort, K. y G. Rebitzer., 2001. A semi-quantitative method for the impact assessment of emissions within a simplified life cycle assessment. *International Journal of Life Cycle Assessment* Vol.6:149-156.4

<https://doi.org/10.1007/bf02978733>

Georgescu-Roegen, N., 1972. Process Analysis and the Neoclassical Theory of Production. *American Journal of Agricultural Economics* Vol.54(2):279-294.

<https://www.jstor.org/stable/1238715>

Georgescu-Roegen, N., 1996. La ley de la entropía y el proceso económico. Visor-Fundación Argentaria, Madrid. Heiskanen, E., 2002. The institutional logic of life cycle thinking. *Journal of Cleaner Production* Vol.10:427-437.

[https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(02\)00014-8](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(02)00014-8)

Hochschorner, E. y G. Finnveden., 2003. Evaluation of two simplified life cycle assessment methods. *International Journal of Life Cycle Assessment* Vol.8:119- 128.

<https://doi.org/10.1065/lca2003.04.114>

Hur, T., Lee, J., Ryu, H. y E. Kwon., 2005. Simplified LCA and matrix methods in identifying the environmental aspects of a product system. *Journal of Environmental Management* Vol.75:229-237.

<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2004.11.014>

Moberg, Å., Borggren, C., Ambell, C., Finnveden, G., Guldbrandsson, F., Bndesson, A., Malmodin, J. y P. Bergmark., 2014. Simplifying a life cycle assessment of a mobile phone. *International Journal of Life Cycle Assessment* Vol.19:979-993.

<https://doi.org/10.1038/s41893-020-0489-6>

Sciubba, E., 2008.From engineering economics to extended exergy accounting: A possible path from monetary to resource-based costing. *Journal of Industrial Ecology* Vol.8:19-40.

<https://doi.org/10.1162/1088198043630397>

van der Werf, H.M., Knudsen, M.T. y C. Cederberg., 2020.Towards better representation of organic agriculture in life cycle assessment. *Nature Sustainability* 1-7

<https://doi.org/10.1038/s41893-020-0489-6>



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019





<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

San Justo, 4 de Febrero de 2022

Dra. Ing. Paula Leon

Lugar y fecha

Firma del Director

Aclaración de firma