

**INNOVATION IN TEACHING PROCESS ANALYSIS FROM A COMPLEX ENVIRONMENTAL
VISION. CASE STUDY BIODIÉSEL INDUSTRY IN COLOMBIA**

**INNOVACIÓN EN LA ENSEÑANZA DEL ANÁLISIS DE PROCESOS DESDE UNA VISIÓN
AMBIENTAL COMPLEJA.CASO DE ESTUDIO LA INDUSTRIA DE BIODIÉSEL EN
COLOMBIA**

S. Bautista ⁽¹⁾

(1) Universidad Central, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Ambiental. Grupo de Investigación Agua y Desarrollo Sostenible. Colombia, sbautistar2@ucentral.edu.co

*“Part of the organizing logic of any system of
ideas resist the fact that the information should
not or can not be integrated”*

(Morin, 1999)

Abstract

The paper presents a new vision of teaching analysis of operations and processes conducted in Environmental Engineering. This view has been built from the integration of complex environmental vision outlined by Carrizosa (2000), and the view of complexity presented by Morin (2001). As a result of the interplay between these theories, conceptual and methodological contexts associated to apply in the exercise of the Colombian Environmental Engineer, creating spaces for reflection and creation for engineers in training elements emerge. Expanding the criteria for analysis, the variables to consider and especially the interrelationships between them. In the final part of the paper, an application is made to the analysis model based on complex environmental vision in the biodiesel production system in Colombia in the environmental, social, economic, political and technological dimensions, establishing key analysis variables and their interrelationships.

Keywords: processes, complexity, environmental vision

1. Introducción

El análisis de operaciones y procesos tradicionalmente se ha abordado desde la simplificación de las tareas o actividades que se realizan en los procesos con el fin de realizarlos de formas más eficientes, a menores costos y en menores tiempos. A menudo el análisis se enfoca en aquellos flujos de materia y energía que son críticos en la producción del bien o servicio. Basados en estos flujos se establecen controles e indicadores que evidencian la efectividad que la empresa ostenta en la fabricación de sus bienes o servicios.

Al realizar un acercamiento al detalle del funcionamiento e integración de las operaciones y procesos, se pueden identificar otros flujos que no siempre son adecuadamente evidenciados, cuantificados y valorados dentro de los balances generales de producción, flujos como emisiones, residuos, vertimiento, olores, calor, energía, ruido, entre otros, que requieren de la gestión de la organización, pero que generalmente pasan de forma invisible para la evaluación de la efectividad de la empresa. Al contemplar estos flujos puede que los procesos no sean tan eficientes como tradicionalmente se habían evaluado.

En la búsqueda de teorías que ampliaran el campo de análisis sobre las operaciones y procesos, yendo más allá de los acercamientos reduccionistas tradicionales, se encuentra el paradigma de la complejidad el cual plantea la forma de ver el mundo de forma plena, con sus múltiples variables e interrelaciones. A este respecto la visión ambiental compleja, planteada por el Profesor Carrizosa Umaña, 2000, resalta cinco formas de “ver las cosas”, que de forma sintética se podrían plantear como:

I - verlas profunda y ampliamente, incluidos sus contextos verticales y horizontales, analizando y sintetizando continuamente, sin olvidar ni el todo ni sus partes.

II - verlas con referencia a un deber ser estético y ético.

III - ver sus interrelaciones reales actuales y prever las posibles sin despreciar las aparentemente débiles pero seleccionando las evidentemente más fuertes, reconociendo la posibilidad de discontinuidades en tiempo y en espacio y comprendiendo sus efectos sinérgicos.

IV - verlas dinámicamente como parte de procesos de mediano y largo plazo de los que conocemos la experiencia histórica, entreviendo las estructuras parcialmente determinantes, aceptando la intervención del azar en sus formas futuras pero admitiendo la posibilidad de alteración planificada de las tendencias actuales.

V verlas con respeto hacia sus propios intereses en el espacio y en el tiempo, intuyendo los contextos ideológicos en que las vemos, reconociendo la posibilidad de que nuestra visión las deforme y tomando conciencia de nuestra posición de observadores interesados, lo cual implica

un respeto a la naturaleza, a las otras personas, a lo que ellos piensan y construyen y a las formas futuras de una y otras.

Aunado a la visión ambiental compleja está la identificación de los flujos “invisibles” de los procesos productivos, estos asociados a los flujos “emocivos”, como describe (Morin, 1999, pág. 13) “la facultad de razonamiento puede ser disminuida y hasta destruida por un déficit de emoción”. Los factores culturales, tecnológicos, actitudinales, motivacionales, son complejos de integrar en un análisis de operaciones y procesos, máxime si se busca cuantificar mediante indicadores o complementar en los controles realizados en los procesos.

2. La innovación en el análisis de procesos

a. Reconociendo la importancia del contexto

La integración al análisis de operaciones y procesos debe romper los límites de los análisis de flujos y los balances de masa y energía. El estudio de las operaciones y procesos debe generar un conocimiento pertinente y para esto debe alejarse de los saberes compartimentados y desunidos, abordando el análisis desde las visiones multidisciplinarias, transversales, multidimensionales y globales. Se deberá practicar lo que Piaget llama la “crítica epistemológica interna”: aceptar someter sus propios procesos de reflexión a la interrogación sobre el sentido y la legitimación de los conocimientos producidos y enseñados (Le Moigne, 2001).

Por lo tanto se plantea el reto de evidenciar, en el conocimiento pertinente del análisis de operaciones y procesos, el contexto en el que adquieren sentido los flujos de un proceso; por ejemplo, en un contexto un flujo de masa puede denominarse “basura” y en otro contexto puede llamarse “sub producto” o materia prima para otra industria; esta denominación genera valoraciones diferentes. Como afirma Claude Bastien “la contextualización es una condición esencial de la eficacia” (Bastien, 1992).

El conocimiento pertinente de los procesos también requiere del pensamiento sistémico, reconociendo que el todo (en este caso el proceso) tiene cualidades o propiedades que no necesariamente pueden evidenciarse al analizar sus partes (operaciones, etapas). Al separar unas partes de otras puede que ciertas cualidades o propiedades de las partes se inhiban por las fuerzas que yacen en el todo. Sin olvidar lo mencionado por Marcel Mauss citado en Morin, 1999, cuando afirma “hay que recomponer el todo”, ciertamente hay que analizar el todo en su globalidad como sistema para interpretar las partes.

El análisis de procesos desde una visión ambiental compleja incorpora la visión multidimensional, ya que los procesos son tan complejos como la misma dimensión humana que los genera y opera. Los procesos no son solo maquinarias, flujos, tecnologías, tiempos, son también economías, razones, afectos, emociones, actitudes, relaciones, deseos, interacciones proceso – hombre – sociedad - naturaleza. Por tanto el conocimiento pertinente de los procesos debe reconocer esta mutidimensionalidad e insertar allí sus análisis.

b. Reconociendo la importancia de lo sistémico

Habiendo reconocido el contexto, lo sistémico y las múltiples dimensiones es pertinente enfrentar el estudio de la complejidad en los procesos, en otras palabras, aquello que son inseparables, los elementos diferentes que constituyen un todo, como plantea (Le Moigne, 2001, pág. 37) “existe un tejido interdependiente, interactivo e inter-retroactivo entre las partes y el todo, el todo y las partes, las partes entre ellas”.

La generación del conocimiento pertinente en el análisis de procesos, requiere la innovación en la enseñanza que propenda por el desarrollo de una “inteligencia general” la cual según Simon H., 1986, se relaciona a que la mente desarrolle una serie de aptitudes que le permitan obtener un conocimiento general le permitirá una mejor comprensión de lo particular o especializado. El activar esta inteligencia general permitirá operativizar y organizar el pensamiento, movilizándolo hacia el conocimiento particular. La innovación en la enseñanza, en este caso, favorece la aptitud natural de la mente del estudiante para hacer y resolver preguntas esenciales y correlacionadas. Apelando a una faculta viva en el estudiante, si no ha sido opacada o adormecida por la instrucción dogmática, la curiosidad.

La inteligencia general es una inteligencia generalmente esquiva en las disciplinas, en este caso en las ingenierías, perdiendo así la capacidad de contextualizar o integrar los saberes. Esto hace que se genere una percepción de “irresponsabilidad con el todo”, ya que cada ingeniería se responsabiliza por su tarea especializada, pero ninguna se responsabiliza por el análisis del todo, dando como resultado un análisis parcializado, dogmatizado, y descontextualizado.

a. Creando estrategias innovadoras de enseñanza

En los procesos de búsqueda de estrategias innovadoras para el logro de una enseñanza del análisis de operaciones y procesos desde una visión ambiental compleja, se han trabajado

diferentes facetas, en las cuales se presenta “un gran choque” frente al lineamiento tradicional del desarrollo de las asignaturas habituales. Generalmente los espacios prácticos previos a los que se han enfrentado los estudiantes se llevan libros con guías para cada experiencia, en la asignatura análisis de operaciones y procesos la única guía es la creada por el mismo estudiante, quienes tienen los elementos fundamentales para desarrollar su práctica, desde los apuntes, observaciones, conceptos y curiosidad de los estudiantes, para poder analizar y concluir, construyendo su propio conocimiento

Otro aspecto que se trabaja con el estudiante es el perder el temor a equivocarse, teniendo en cuenta que los resultados validos son tanto los positivos como los negativos, porque lo más importante en este caso no es el resultado obtenido en sí, sino el análisis de las interrelaciones, el consenso construido desde la diferencia del grupo de estudiantes, para llegar a las conclusiones, o para llegar a concluir que no hay conclusiones, reconociendo la incertidumbre y las “fallas” como puntos de partida o como dimensiones que permiten plantear nuevas preguntas, ya que todas las practicas desarrolladas se plantean contextualizadas como vivencias reales de un Ingeniero Ambiental.

Por otro lado cabe resaltar la importancia de la estructura de la presentación de los resultados, los cuales no deben de superar una página, con lo cual la concreción, la capacidad de síntesis y análisis es fundamental, evidenciando de formas innovadoras las interrelaciones entre lo humano, lo técnico, lo ambiental y lo sociocultural, lo cual reduce el facilismo de reproducir o resumir lo que otros plantean en las fuente bibliográficas, generando cada grupo de estudiantes su propia versión de lo observado.

Esta apuesta de enseñanza se ha trabajado los últimos dos años en el Departamento de Ingeniería Ambiental, teniendo resultados importantes. Generalmente el inicio de la asignatura tiende a generarse una actitud prevenida y paralelamente simplista por parte de los estudiantes, quienes en sus informes y trabajos tienden a pensar que lo simple es sencillo, y que los complejo es confuso. Esto da como resultado que se presenten trabajos con bajo nivel, luego del primer proceso de retroalimentación entre los estudiantes, el monitor y el profesor la calidad, profundidad y coherencia de los análisis es mucho mejor. En los trabajos finales del curso los planteamientos de control, análisis y oportunidades de mejoramiento en el desempeño ambiental del proceso productivo tienen un valioso componente integrador, es decir, se definen opciones integradoras,

contextualizadas, pertinentes, viables desde la visión ambiental compleja, y especialmente innovadoras.

3. Aplicación al caso de estudio: Producción de biodiésel en Colombia

Se presenta las reflexiones iniciales que la autora ha realizado en el trabajo con los estudiantes de análisis de procesos y del semillero de investigación. Tomando la visión ambiental compleja y el análisis multidimensional, identificando preliminarmente las variables en cada dimensión que pueden llegar a ser consideradas en el análisis de procesos y las relaciones que se establecen entre tales variables qué en la siguiente fase de la investigación hagan parte de la evaluación de sostenibilidad de los procesos estudiados.

3.1 Dimensión Ambiental

La dimensión ambiental es impactada tanto por el consumo de recursos naturales como por la generación de contaminación hacia tales recursos. Con respecto al recurso hídrico, (CEPAL, Oficina Regional de la FAO., 2007), resaltan que los cultivos para combustibles consumen más agua que los cultivos con fines alimentarios, como consecuencia de las necesidades de los agricultores por intensificar el riego. Con esto se produce competencia por el recurso hídrico entre productores de biodiésel, comunidades y ecosistemas de las regiones, generando desequilibrios territoriales. Un indicador sobre el impacto en este recurso es la huella hídrica asociada al cultivo de aceite de palma, la cual se calcula en 1502 m³/ton de aceite, siendo tres veces superior al del aceite de soya (Gerbens-Leenes, Hoekstra, & van der Meer, 2009). El recurso hídrico también se afecta en su calidad debido a la contaminación del agua generada por los cultivos y las plantas de producción de biodiésel (Lim & Teong, 2010).

En cuanto al recurso suelo, se presentan cambios directos en el uso, por ejemplo cuando se pasa de suelos con pastos para ganadería a suelos cultivados con palma de aceite, y cambios indirectos, por ejemplo cuando los ganaderos deben buscar nuevas zonas de pastos para su ganado, ya sea convirtiendo áreas de cultivo en pasto o ecosistemas naturales a pastos. Estos cambios tienen impacto no solo en la pérdida o deterioro de la calidad del suelo sino que repercute en la pérdida de ecosistemas y por ende de biodiversidad, y se genera un aumento en las emisiones de gases efecto invernadero debido a los cambios en el uso del suelo. Adicionalmente acelera la erosión del suelo y el agotamiento de los acuíferos (German Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection, 2006).

Estudios europeos que comparan las emisiones de GEI del biodiésel con el diésel fósil (EC & EP, 2009) presenta una reducción promedio del 45%, siendo valores típicos de reducción de GEI del biodiésel de colza 45%, de girasol 58%, de soya 40% y de aceite de palma 36%. El OECD/IEA (2011) realizó una comparación entre el balance de GEI que se genera por biodiésel avanzado con el biodiésel convencional, dando reducciones promedio en el biodiésel avanzado (sin incluir biodiésel de algas¹) de 52,5% y de 40% para el biodiésel convencional.

En Colombia el promedio nacional de reducción en las emisiones de GEI del biodiésel de palma esta entre el 17% al 40%, considerando el cambio de uso del suelo directo. Sin embargo reemplazar suelo productivo para la expansión de palma de aceite podría causar efectos de cambio de uso del suelo indirectos² (iLUC, siglas en inglés), lo cual aumentaría las emisiones de GEI (CUE³) (BID & MMEC, 2012). Si se considera el “peor caso” de expansión hacia sistemas de bosque natural, las emisiones de GEI podrían ser el doble de las emisiones del combustible fósil. Por lo tanto, la cantidad de GEI emitidos es altamente sensible al efecto del uso del suelo, teniendo en cuenta que estos efectos siguen mecanismos complejos y altamente dependientes de las condiciones locales (BID & MMEC, 2012). Las relaciones causales entre los componentes de la dimensión ambiental son presentadas en la Figura 1.

¹ No se incluyó el valor de reducción del biodiésel de algas, ya que el reporte presentado por el estudio va desde -50% a 65%, lo que genera una desviación del promedio con los otros tipos de biodiésel avanzado en un 37%.

² Se debe analizar el efecto de desplazamiento de la actividad agropecuaria debido al cultivo de palma, es decir, si se cultiva un número de hectáreas de palma en suelos utilizados para la ganadería, este ganado debe desplazarse a otras tierras, ya sea que en estas nuevas tierras se aumente la densidad de cabezas de ganado por hectárea (intensificación de la actividad) o que se desplace a nuevas tierras ya sean bosques tropicales o tierras de cultivo.

³ El Estudio fue financiado por el BID a través del Convenio de Cooperación Técnica firmado con el Ministerio de Minas y Energía, quien actúa como beneficiario. Fue realizado por el Consorcio conformado por Los Laboratorios Suizos Federales para Ciencia de Materiales y Tecnología - EMPA- (www.empa.ch), el Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales de Colombia – CNPMLTA- (www.cnpml.org), y la Universidad Pontificia Bolivariana de Colombia – UPB- (www.upb.edu.co). Asociados a estas entidades, participaron diferentes consultores especializados en temas específicos, tanto nacionales como internacionales.

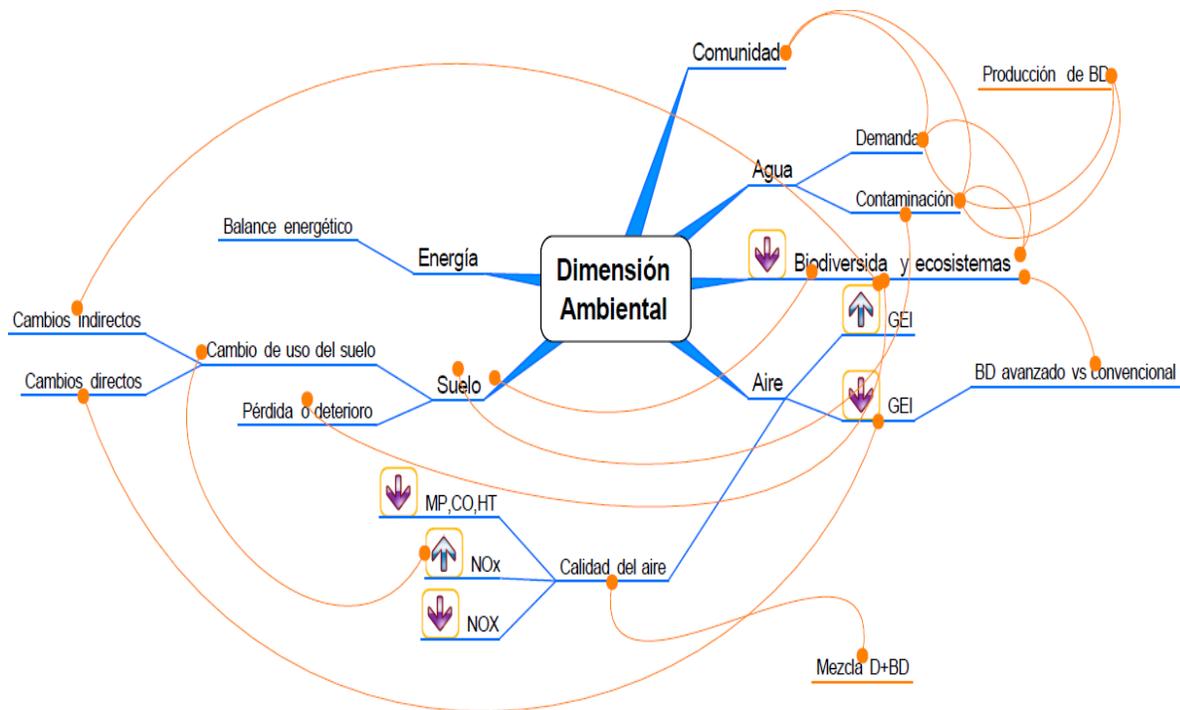


Figura 1. Relaciones presentes en la dimensión ambiental
Fuente: Autor basado en diversos estudios.

3.2 Dimensión tecnológica

En esta dimensión es importante resaltar los avances e innovaciones realizadas en diversos aspectos, el primero de ellos se encuentra en la producción de biodiésel, especialmente motivados por la disminución de costos de producción, se trabaja en la intensificación de procesos, la recuperación de alcohol, la flexibilización de las plantas de producción, la disminución en la generación de vertimientos, residuos, emisiones y glicerol (Shahid & Jamal, 2011). Se avanza en nuevas vías de producción que optimizan la transesterificación convencional, y se mueven hacia biodiésel celulósicos a través de pirolisis, licuefacción y gasificación, la hidroisomerización y la hidroesterificación. Las innovaciones en los catalizadores se relaciona con su regeneración y reciclaje, también la nueva tendencia hacia biocatalizadores, otro aspecto son los tipos de catalizadores, no solo el convencional heterogéneos, sino catalizadores sólidos, mixtos y el uso de enzimas. Estas innovaciones en cuanto a la producción de biodiésel están ligadas a las nuevas tendencias en cuanto a las materias primas, evitando en lo posible el conflicto de utilizar aquellas que pueden llegar a competir con alimentos como es el caso del aceite de palma, a otras materias como grasas animales, aceite de cocina usado, aceites no comestibles y microalgas (Shahid & Jamal, 2011).

Pasando a las tendencias en los vehículos y sus motores, existe la necesidad de reducir el consumo de petróleo y la generación de gases de efecto invernadero, por ende se impulsa el cambio hacia vehículos más eficientes, redundando en menores consumos de combustibles y flexibilidad para la incorporación de mezclas de biocombustible – combustible fósil. Las investigaciones y avances apuntan al uso de biocombustibles avanzados y diferentes tecnologías en vehículos (Andress, Das, Joseck, & Nguyen, 2012). Estos cambios se impulsan fundamentalmente por normas de reducción de emisiones y estándares de combustibles como las normas Euro 5 y Euro 6, el Acta de seguridad e Independencia Energética y los estándares CAFÉ (Andress et al., 2012). Las interrelaciones entre los aspectos mencionados anteriormente en la dimensión tecnológica son presentadas en la Figura 2.

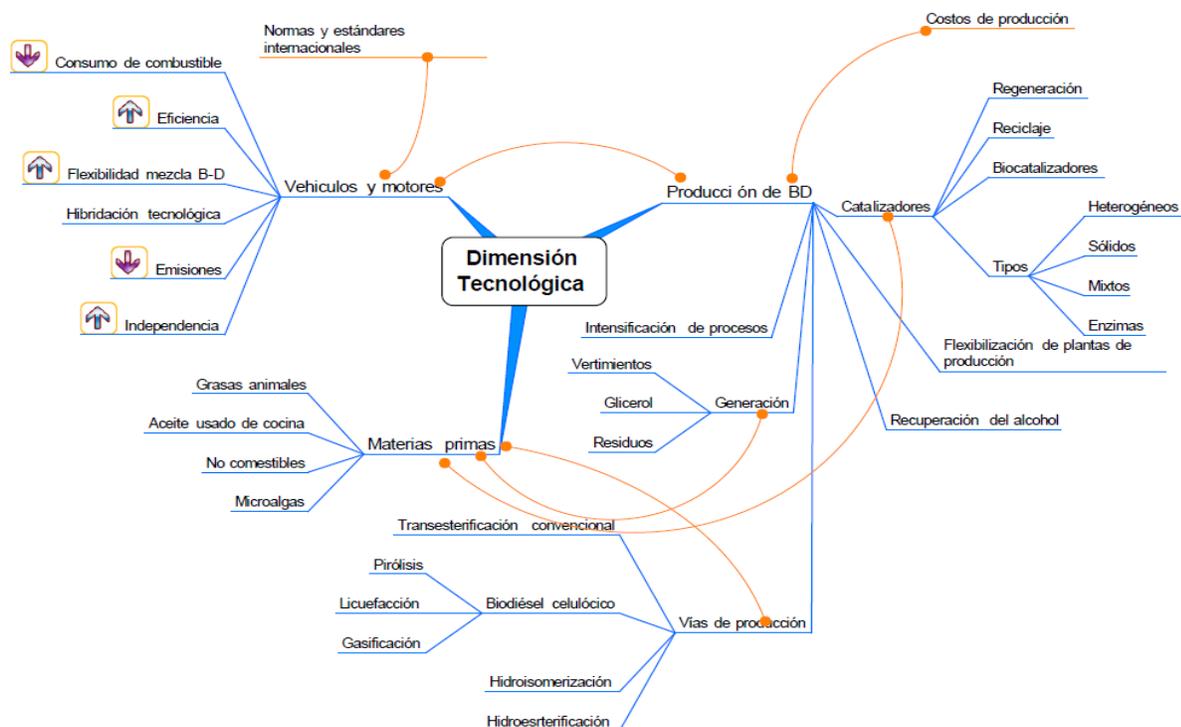


Figura 2. Relaciones presentes en la dimensión tecnológica
Fuente: Autor basado en diversos estudios.

3.3 Dimensión económica

Los estudios en ésta dimensión se enfocan en las relaciones entre capacidad de producción de biodiésel y su demanda, esto fomentado por las promisorias oportunidades en el comercio internacional, sin establecer claramente la influencia de las restricciones de tipo técnico, ambiental y de responsabilidad social que mercados como el de la Unión Europea impone sobre los biocombustibles. También se establecen investigaciones sobre los precios del biodiésel y la influencia que tiene el precio de los aceites vegetales y el precio del petróleo (el cual también es influenciado por las reservas de petróleo), en raras oportunidades se establece relación con los precios de los alimentos y las preocupaciones sobre seguridad alimentaria, tampoco se da gran relevancia a los escenarios en los cuales los incentivos tributarios gubernamentales sean desmontados (Kaygusuz, 2011).

Actualmente la producción de biodiésel avanzado no se realiza a nivel industrial debido a sus actuales costos, la perspectiva de éste tipo de biodiésel al 2050 es un aumento en la escala de producción, la disminución en los costos de producción por los avances tecnológicos y los bajos precios de la materia prima, generarán mayor competitividad del biodiésel avanzado lo que tenderá a disminuir la producción de biodiésel convencional o por algunos llamado de primera generación (OECD/IEA, 2011). Las interrelaciones entre los aspectos mencionados anteriormente en la dimensión económica son presentadas en la Figura 3.

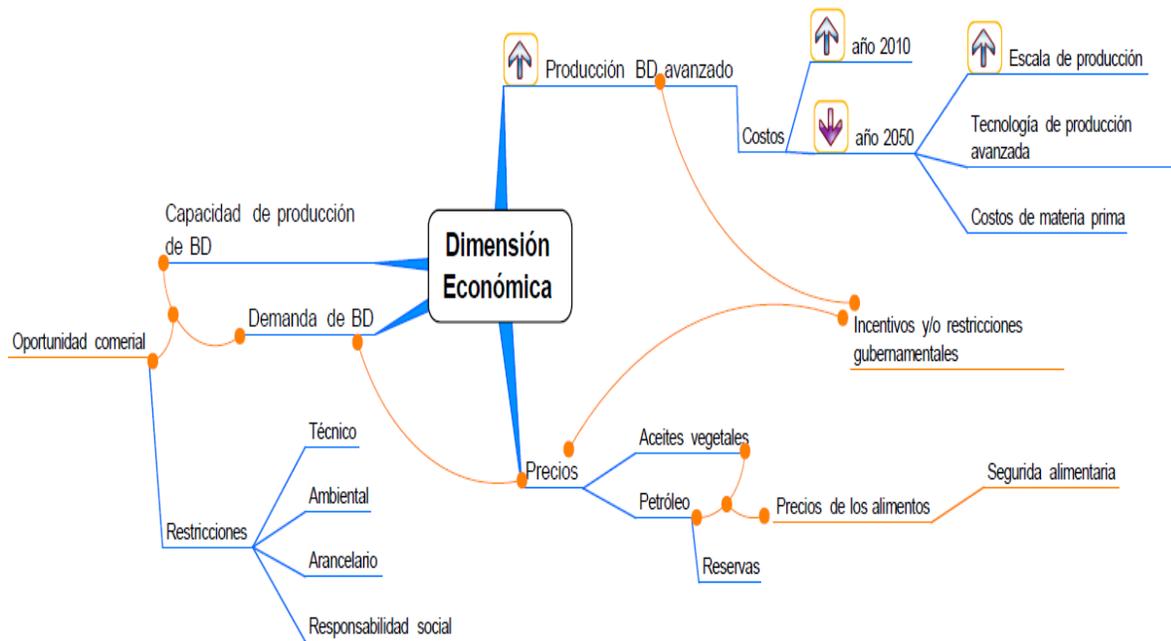


Figura 3. Relaciones presentes en la dimensión económica

Fuente: Autor basado en diversos estudios.

3.4 Dimensión política

En esta dimensión se analiza cómo las condiciones establecidas por los marcos normativos gubernamentales definen consumos obligatorios de biodiésel y se incentiva la producción de biodiésel mediante exenciones o deducciones de impuestos y subsidios. De allí que la cadena productiva del biodiésel se consolide y articule al cumplimiento de protocolos internacionales, especialmente a los asociados a compromisos de reducción de gases efecto invernadero, y las políticas de seguridad energética que son definidas tanto a nivel nacional como regional. En Colombia se inicia propiamente la producción de biodiésel de palma en el año 2008, y a partir de este año también se inicia la generación de normas para hacer frente a los impactos ambientales y socioeconómicos que genera la producción de biodiésel. Las interrelaciones entre los aspectos mencionados anteriormente en la dimensión política son presentadas en la Figura 4.

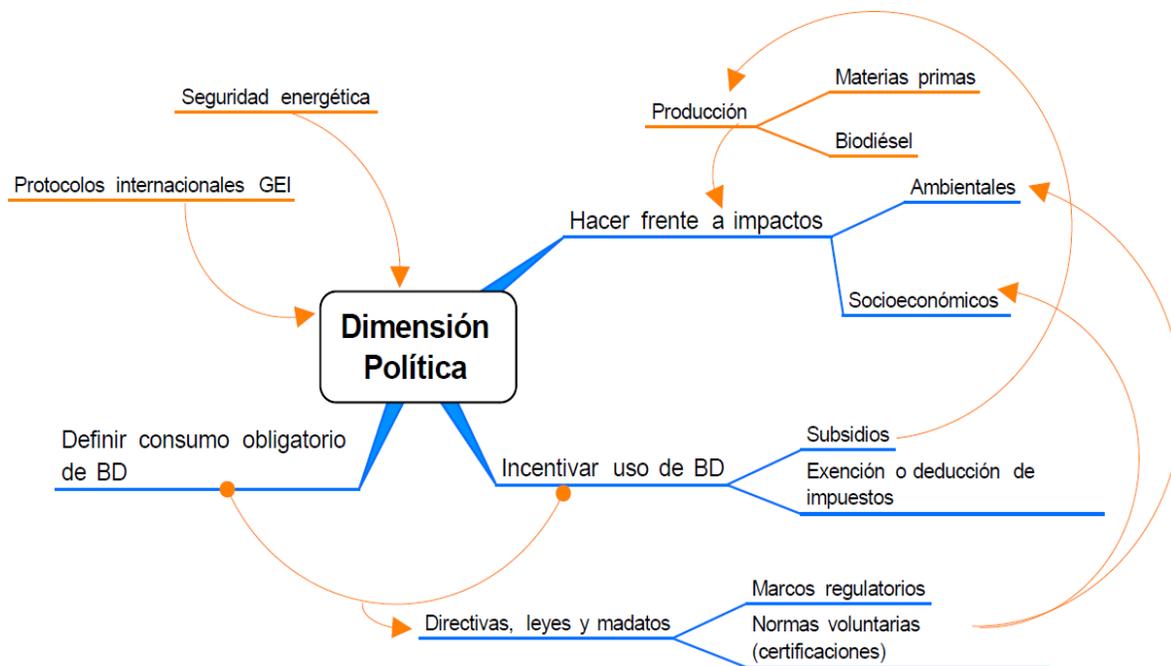


Figura 4. Relaciones presentes en la dimensión política
Fuente: Autor basado en diversos estudios.

Algunas iniciativas políticas incluyen marcos regulatorios, normas voluntarias y esquemas de certificación, los principales mecanismos se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Mecanismos políticos

MARCOS REGULATORIOS

- Ordenanza para el análisis de ciclo de vida (BLCAO por sus siglas en inglés). Confederación Suiza
- Mandato de biomasa (BioNachV)- Alemania
- Directiva de energía renovable (RED)- Estados Unidos
- Estándar de combustible de bajo carbono (LCFS)- Estado de California, Estados Unidos.
- Compromiso de combustible renovable para el transporte (RTFO). Reino Unido
- Decisión de combustible social – Brasil
- Marco de pruebas para la Biomasa Sostenible ("Criterios Cramer") - Países Bajos
- La Directiva de Energía Renovable 2009/28/CE del Parlamento Europeo (EU-RED)
- Estándar de combustible renovable (RFS2, 2010) en Estados Unidos.

ESQUEMAS DE CERTIFICACIÓN O ESTÁNDARES VOLUNTARIOS

- Criterios Basel de producción de soya responsable
- Bonsucro (BSI). Se utiliza para la producción de cultivos de azúcar sostenibles
- Consejo de desarrollo sostenible para la producción de biomasa celulósica (CSBP) para la industria de biocombustibles.
- CEN / TC 383/2009, Comité europeo de normalización para la biomasa sostenible con aplicaciones en energía, como el transporte, la calefacción, refrigeración y electricidad.
- Asociación Mundial de la Bioenergía (GBEP)
- Etiqueta Oro Verde 2: Criterios de Agricultura de origen (GGLS2)
- Certificación Internacional de Sustentabilidad y Carbono (ISCC)
- Consejo de manejo forestal (FSC)

- Eco etiquetado Nórdico de Combustibles
- Mesa Redonda sobre Soja Responsable (RTRS)
- Mesa Redonda sobre Biocombustibles Sostenibles (RSB)
- Mesa Redonda sobre Aceite de Palma Sostenible (RSPO)
- Iniciativa de verificación para etanol sostenible (SEKAB)
- Alianza para el biodiésel sostenible (SBA)
- Organización Internacional de Estandarización crea la ISO/TC 248 que establece criterios de sostenibilidad para la bioenergía.

CUADROS O ESQUEMAS DE MANDO

- Esquema de mando para biocombustibles sostenibles del Banco Interamericano de Desarrollo
- Esquema de mando del Banco Mundial y la WWF.

Fuente: Adaptado por el Autor de (FAO & BEFSCI, 2011) y (Scarlat, 2011)

3.5 Dimensión social

Muchas de las argumentaciones gubernamentales presentadas para la promoción de la producción de biodiésel de palma se relacionan con el tema de desarrollo rural generalmente entendido como el aumento del ingreso familiar o su nivel de vida, pero no se consideran otros aspectos asociados al bienestar y la calidad de vida como son las condiciones y medios de vida, los fenómenos de violencia, narcotráfico y paramilitarismo que han generado procesos de desplazamiento forzoso de comunidades y pérdida de derechos a la tenencia y adecuada distribución de tierras, también influenciado los derechos laborales como el derecho a la organización sindical y la disparidad en los modelos de contratación, generándose cooperativas de trabajo que son intermediarios entre las empresas o plantaciones y los trabajadores, disminuyendo los salarios ya que el empleado asume los costos parafiscales e incluso de seguridad industrial (Infante, 2007).

Otros aspectos a analizar en la sostenibilidad social es la participación de las comunidades en la cadena productiva del biodiésel, mediante cooperativas, asociaciones o agricultura familiar, esto de la mano con el estudio de la sostenibilidad alimentaria global y local, al dar prevalencia a los cultivos agro energéticos de los cultivos alimentarios, llegando a niveles críticos de autoabastecimiento regional o generando aumento en los precios de los alimentos debido al aumento de precios de insumos y agroquímicos o la propia escases de los alimentos (León, 2007). Las interrelaciones entre los aspectos mencionados anteriormente en la dimensión social son presentadas en la Figura 5.

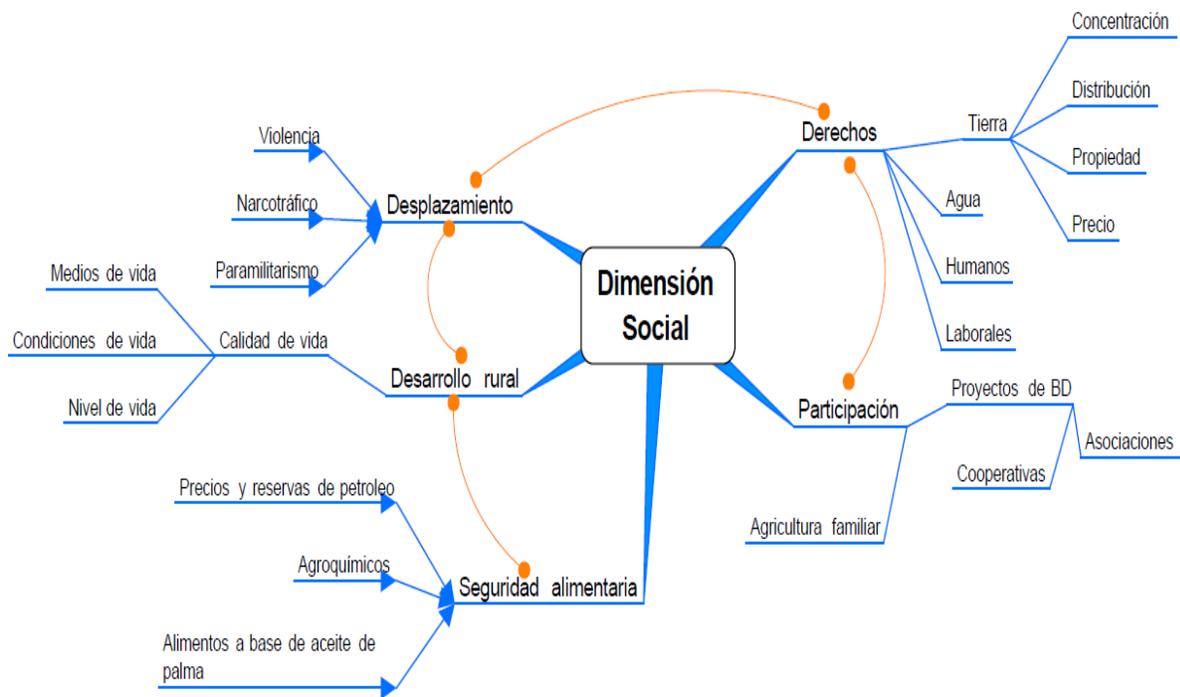


Figura 5. Relaciones presentes en la dimensión social
Fuente: Autor basado en diversos estudios.

A manera de Conclusión

Los planteamientos de análisis sobre procesos realizados por los estudiantes durante la realización de sus programas académicos tienen enfoques compartimentados y sesgados a los alcances de una asignatura particular, la diferencia del planteamiento de la asignatura análisis de operaciones y procesos están en la visión global con la cual se debe desarrollar, ligado a la realidad, lo cual implica ubicarlo en un contexto, identificando sus relaciones sistémicas internas y externas, visibilizar las diversas dimensiones que constituyen o son parte esencial del proceso, sin buscar reducir el análisis a sus etapas u operaciones, sino manteniendo la visión del todo.

La interpretación de los procesos se asocia a modelos inestables analizando las dinámicas de transformación, no solo la modelación matemática, también la modelación conceptual, dónde pueden materializarse las dimensiones del proceso y sus relaciones con el contexto, dónde se deja la libertad a la expresión “y si...”, dónde la duda, el error, la incertidumbre son esenciales en el análisis. De igual forma se deja espacio a lo inesperado, en el análisis de procesos generalmente se ha establecido teorías e ideas tan estructuradas y definidas que no se deja

espacio a la sorpresa para acoger lo nuevo. Como plantea Morin, 2001, “lo nuevo brota sin cesar; nunca podemos predecir cómo se presentará, pero debemos contar con su llegada”.

Finalmente, desde una visión ambiental compleja el estudio de los procesos productivos asociados al desarrollo económico en un contexto de globalización presenta características muy interesantes que implican la necesidad de una crítica al concepto mismo de proceso, un desprendimiento de los modelos usuales y un examen detallado de las posibilidades, personales y sociales, de mirar, reflexionar y obrar de acuerdo a horizontes más amplios, más profundos y, paradójicamente, más respetuosos de las visiones ajenas.

Bibliografía

Andress, D., Das, S., Joseck, F., & Nguyen, T. D. (2012). Status of advanced light-duty transportation technologies in the US. *Energy Policy*, 41, 348–364.
doi:10.1016/j.enpol.2011.10.056

Bastien, C. (1992). Le décalage entre logique et connaissance. *Courrier du CNRS*, N° 79
Ciencias cognitivas.

BID, B. I. de D., & MMEC, M. de M. y E. R. de C. (2012). “Evaluación del ciclo de vida de la cadena de producción de biocombustibles en Colombia”. *Capítulo II : Estudio ACV – Impacto Ambiental* (p. 203).

Carrizosa Umaña, J. (2000). *¿Qué es el Ambientalismo? - La visión ambiental compleja*. Bogotá.

CEPAL, Oficina Regional de la FAO. (2007). *Oportunidades y riesgos del uso de la bioenergía para la seguridad alimentaria en América Latina y el Caribe*.

EC, C. E., & EP, P. E. Relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables. , Pub. L. No. Directiva 2009/28/CE (2009). Unión Europea. Retrieved from <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:ES:PDF>

FAO, & BEFSCI. (2011). A Compilation of Bioenergy Sustainability Initiatives Overview. Retrieved from www.fao.org/bioenergy/foodsecurity/befsci/compilation

Gerbens-Leenes, P. W., Hoekstra, a. Y., & van der Meer, T. (2009). The water footprint of energy from biomass: A quantitative assessment and consequences of an increasing share of bio-energy in energy supply. *Ecological Economics*, 68(4), 1052–1060.
doi:10.1016/j.ecolecon.2008.07.013

- Herbert A., S. (1986). *Decision Making and Problem Solving*. Recuperado el 2011, de National Academy of Sciences: <http://dieoff.org/page163.htm>
- Infante, A. (2007). Perspectivas de la situación energética mundial. Las oportunidades para Colombia, 74–95.
- Kaygusuz, K. (2011). Energy services and energy poverty for sustainable rural development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(2), 936–947. doi:10.1016/j.rser.2010.11.003
- Lim, S., & Teong, L. K. (2010). Recent trends , opportunities and challenges of biodiesel in Malaysia : An overview, 14, 938–954. doi:10.1016/j.rser.2009.10.027
- Le Moigne, J.-L. (2001). Obtenido de La asociación de ideas, fundamento del pensamiento complejo: <http://www.inisoc.org/61moigne.htm>
- Morin, E. (1999). *Los siete saberes necesarios a la educación del futuro*. Paris.
- Scarlat, N. (2011). Recent developments of biofuels / bioenergy sustainability certification : A global overview, 39, 1630–1646. doi:10.1016/j.enpol.2010.12.039
- Shahid, E. M., & Jamal, Y. (2011). Production of biodiesel: A technical review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(9), 4732–4745. doi:10.1016/j.rser.2011.07.079