

Simulación e implementación de prácticas agrícolas en la comunidad de La Gabriela en Medellín-Colombia¹

Diomar Elena Calderón Riaño², Carlos Norberto Pérez Montenegro³

Resumen

Introducción. La comunidad, entendida como grupo social a diferentes escalas como hogar, barrio, pueblo, industria, ciudad, tiene la responsabilidad de los cambios en el entorno en que vive; estas transformaciones tienen su origen en las decisiones que se toman día a día, los productos que se crean, el estilo de vida que se lleva y las interacciones que se dan con el medio ambiente. **Objetivo.** En el marco de un proyecto multidisciplinar, la investigación se llevó a cabo en la comunidad de La Gabriela en Medellín-Colombia, con el objetivo de analizar prácticas agrícolas en un entorno periurbano, a partir de los principios de ecodiseño. **Materiales y métodos.** La investigación busca evaluar la factibilidad de la implementación de un simulador como herramienta de diseño y verificación de prácticas de agricultura en la comunidad estudiada, que incluya las principales variables de evaluación y permita la validación estadística de los resultados a partir de variaciones paramétricas a los procesos. **Resultados.** El simulador presenta la posibilidad de evitar resultados no deseados mediante la predicción del comportamiento del sistema y permite ajustar los parámetros del modelo para optimizar las acciones a ejecutar. En este artículo, los resultados de la investigación de campo y el esquema de simulación serán presentados. **Conclusión.** La

visión sistémica plantea una serie de principios para la sociedad, la industria y el ambiente en términos de conectividad, relaciones y contexto, los cuales pueden ser verificados a través del simulador para generar o modificar comportamientos y procesos que contribuyen a la correcta utilización de recursos.

Palabras clave. modelo sistémico, diseño con comunidad, prácticas de agricultura, sistema sostenible

Simulation and implementation of agricultural practices in La Gabriela community in Medellín-Colombia

Abstract

Introduction. Community, understood as a social group at different scales such as home, neighborhood, town, industry and city, is responsible for the changes in the environment in which they live. These transformations originate in their daily decisions, product generation, lifestyle and their interactions with the environment. **Objective.** In the frame of a multidisciplinary project, field research has been carried out in La

- 1 Artículo original derivado del proyecto de investigación titulado: "Diseño y simulación de una propuesta sistémica para producción de menor escala en Medellín". Entidad financiadora: Universidad de San Buenaventura - Medellín - Facultad de Artes Integradas - Grupo de Investigación Hombre, Proyecto y Ciudad. Investigación realizada en Medellín, Antioquia, Colombia, febrero 2016 a junio 2017.
- 2 Maestría en Ecodiseño, docente investigadora de la Universidad de San Buenaventura - Medellín. Correo Institucional: diomar.calderon@usbmed.edu.co ORCID: 0000-0001-9503-477X
- 3 Ph.D. in Computer and Control Engineering Investigador Postdoctoral en Department of Control and Computer Engineering, Politecnico di Torino, Italia. Coinvestigador del proyecto. Correo Institucional carlos.perez@polito.it ORCID: 0000-0003-2930-5724

Autor para correspondencia, Diomar Elena Calderón Riaño, E-mail: diomar.calderon@usbmed.edu.co
Artículo recibido: 25/06/2017; Artículo aprobado: 09/02/2018

Gabriela community in Medellin - Colombia. The project aims to analyze agricultural practices in a suburban environment that follows Eco-design principles. **Materials and methods.** The proposal aims to evaluate the feasibility of using the implementation of a simulator as a design and verification tool of agricultural practices within the community studied. It includes the main evaluation variables and allows statistical validation of results with parametric variations to the processes. **Results.** The simulator allows to prevent unwanted results by predicting the system's behavior and permits to adjust the parameters of the model to optimize the actions to be executed. In this paper, the field research results and simulation scheme will be presented. **Conclusion.** The systemic vision proposes a series of principles for society, industry and the environment in terms of connectivity, relationships and context, which can be verified through the simulator, focusing on generating or modifying behaviors and processes for the correct use of resources.

Key words. Systemic model, Design with community, Agricultural practices, Sustainable system

Simulação e implementação de práticas agrícolas na comunidade de La Gabriela em Medellín-Colômbia

Resumo

Introdução. A comunidade, entendida como grupo social a diferentes escalas como lar, bairro,

povoado, indústria, cidade, tem a responsabilidade das mudanças no entorno no qual vive; estas transformações tem sua origem nas decisões que se tomam dia a dia, os produtos que se criam, o estilo de vida que se leva e as interações que se dá com o meio ambiente. **Objetivo.** No marco de um projeto multidisciplinar, a investigação se levou a cabo na comunidade de La Gabriela em Medellín-Colômbia, com o objetivo de analisar práticas agrícolas num entorno suburbano, a partir dos princípios de ecodesenho. **Materiais e métodos.** A investigação busca avaliar a factibilidade da implementação de um simulador como ferramenta de desenho e verificação de práticas de agricultura na comunidade estudada, que inclua as principais variáveis de avaliação e permita a validação estatística dos resultados a partir de variações paramétricas aos processos. **Resultados.** O simulador apresenta a possibilidade de evitar resultados não desejados perante a predição do comportamento do sistema e permite ajustar os parâmetros do modelo para otimizar as ações a executar. Neste artigo, os resultados da investigação de campo e o esquema de simulação serão apresentados. **Conclusão.** A visão sistêmica expõe uma série de princípios para a sociedade, a indústria e o ambiente em termos de conectividade, relações e contexto, os quais podem ser verificados através do simulador para gerar ou modificar comportamentos e processos que contribuam na correta utilização de recursos.

PALAVRAS CHAVE: modelo sistêmico, desenho com comunidade, práticas de agricultura, sistema sustentável.

Introducción

El diseño, desde la visión sistémica, considera de forma holística la naturaleza del problema de diseño, y parte de la visión de sistemas que propone ver la realidad como "un conjunto de elementos que, relacionados entre sí, contribuyen a determinado objetivo" (Capra, 1996). Por lo tanto, hablar de sistema implica considerar las entradas, las salidas, la relación con el entorno, las relaciones de los elementos entre sí, el flujo de energía y materias, las actividades, los procesos, etc.

Según Bistagnino (2011) la visión sistémica aplicada al ecodiseño se enriquece con las bases

filosóficas de las ciencias naturales y sociales, donde se definen los siguientes principios (p. 19):

- El hombre al centro del proyecto: todas las soluciones de diseño deben estar proyectadas en función de las personas alrededor de su contexto ambiental, social, cultural y ético.
- Entradas y salidas: toda salida (residuo) de un sistema debe ser considerada como una entrada (suministro) de otro que fortalece las relaciones entre actividades que propician nuevas oportunidades económicas.
- Relaciones: es necesario generar fuertes

relaciones internas y externas entre los componentes (sujetos, procesos, actividades, etc.) del sistema para procurar soluciones sólidas y duraderas.

- Autopoiesis: los proyectos deben estar pensados “para producir por sí mismos”; esto implica que deban auto-producirse, auto-sostenerse, auto-organizarse.
- Localidad: el ecodiseño favorece las cercanías para la consecución de recursos y el establecimiento de relaciones, trabaja con situaciones de diseño locales, y valoriza los recursos materiales y culturales del lugar.

El interés por la reducción del impacto ecológico ha propiciado la aparición de estrategias de ecodiseño enfocadas en generar o modificar comportamientos y procesos para la correcta utilización de los recursos, donde la visión sistémica plantea una serie de principios para la sociedad, la industria y el medio ambiente en términos de conectividad, relaciones y contexto. Los principios del diseño sistémico (DS) se han aplicado en múltiples situaciones de análisis (en Bistagnino, 2011 y 1998), por ejemplo, en el contexto doméstico latinoamericano al momento de proyectar electrodomésticos; el producto se analiza como un sistema contenido en otro sistema (Vargas y Canale, 2014). También se ha analizado la cadena de producción de la caña de azúcar y sus derivados en el territorio colombiano desde un enfoque sistémico (Ortiz, Minotta y Vergara, 2014).

Para el caso de un sistema como la ciudad, si la escala aumenta, se pueden manejar distintos factores de riesgo de carácter ambiental, social, cultural, económico, entre otros, es decir, a medida que crece la escala del sistema analizado, también aumenta la complejidad para implementar estrategias de planeación para que quienes habitan puedan vivir mejor y mantener el equilibrio en su relación con el entorno.

Por ejemplo, para el caso de las comunidades periurbanas que nacen en los límites entre lo rural y lo urbano, donde se presentan prácticas agrícolas debido a las características propias del contexto y como parte de la herencia cultural, por lo general, el trabajo es individual y no colectivo, lo cual reduce la posibilidad de la actividad en convertirse en unidad productiva para el mejoramiento de la calidad de vida. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), en el plan de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), define como

punto de partida el entendimiento de las dinámicas ambientales (uso de suelo, agua, sostenibilidad del sistema, impacto de materias primas, procesos), económicas (comercio justo, gestión, distribución, consumo), sociales (trabajo digno, educación alimentaria, modos de asociación) y culturales (hábitos, saberes, tradición) de la comunidad, para acercarse a una visión de las prácticas agrícolas sostenibles que fomenten integración de los individuos alrededor de objetivos comunes que generen beneficios en el interior y en el exterior de la comunidad.

La sostenibilidad sugiere un enfoque donde dialogan las necesidades, las prácticas culturales, la relación con el territorio y los recursos en búsqueda del desarrollo económico, social y ambiental a escala local; ello implica dirigir los esfuerzos al desarrollo de las comunidades y al fortalecimiento de las dinámicas que contribuyen a su bienestar, pues es allí donde ocurre la innovación social cuando el diseño crea las plataformas que ayudan a generar ideas para luego ser reconocidas por las personas (Manzini, 2010).

Diversas investigaciones resaltan la importancia de las autoridades locales en el desarrollo de sistemas sostenibles productos-servicios (SSPS), habilitando políticas, así como apoyando las nuevas redes de personas involucradas en la coproducción de valor (Vezzoli, Ceschin, Diehl y Kohtala, 2015).

Existe una urgente necesidad no solo de dirigir los procesos de producción, los productos y suministro de servicios, sino también de replantear los patrones de consumo (estilos de vida), así como las instituciones que las soportan y aprender cómo todas estas pueden llevar simultáneamente a una transformación de los procesos sociales sostenibles [...] ¿Existen modelos capaces de crear valores económicos y sociales equitativos y sostenibles que estén dissociados del consumo material y energético y que sean social y ecológicamente sostenibles? (Vezzoli et al., 2015, pp.1-2).

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) explica la ambigüedad con el consumo sostenible, y utiliza el ciclo de vida de un producto o un servicio para describir el límite entre consumo y producción. En el ciclo de vida de un producto o servicio, hay entrada constante de recursos y energía y salida

constante de polución y desechos durante todas las fases del ciclo; revisar estas fases permite evaluar los impactos de cada una de las decisiones en la producción y el consumo (2009).

Como afirma Mont y Bleischewits (2007) citado por Moreno, Lofthoues y Lilley (2011) enfocarse en el ciclo de vida provee una oportunidad para aplicar pensamiento de ciclo de vida o pensamiento sistémico, un concepto amplio para la conceptualización de la asuntos de sostenibilidad a nivel de sistema. Esto significa que todos los aspectos sociales y ambientales de un producto / servicio deberían ser considerados para mejorar su ciclo de vida, desde la extracción hasta la disposición final. Sin embargo, para alcanzar la verdadera sostenibilidad, los diversos actores deberían ser llamados a emplear una perspectiva holística del ciclo de vida (p. 710).

Las dificultades que enfrenta un sistema como la ciudad se deben atacar de manera puntual; esto justifica una de las principales razones del desarrollo de un simulador como medio para validar distintas estrategias de planeación sostenibles, sin poner en peligro el sistema local y permitiendo comparar los resultados desde la mirada de distintas posibilidades. Según Wamsler, Brink y Rivera (2013) se puede justificar el uso de simuladores si el objetivo es una transformación sostenible; una adaptación necesita ser sistematizada y sistemáticamente incorporada en la práctica de la planeación urbana.

El desarrollo de nuevas herramientas tecnológicas permite generar nuevas estrategias para el beneficio de la comunidad; el uso de un simulador permite evaluar principios de prácticas sostenibles para optimizar el beneficio a la comunidad. Los principios matemáticos y resultados preliminares de este enfoque en el contexto colombiano se han expuesto en Feasibility analysis of sustainable methods through manufacturing algebra and Monte-Carlo simulations (Pérez-Montenegro, Novara, Canuto, Calderón y Vargas, 2016). El sistema de análisis de esta investigación se enfoca en un contexto periurbano, es decir, toma una comunidad específica en el límite de lo urbano y lo rural para el análisis de actividades como producción y consumo de alimentos, con el fin de visualizar la activación de otras actividades adicionales derivadas. Este concepto puede ser replicable en otros ámbitos para generar impacto en los niveles social, cultural, ambiental y económico.

La investigación de Hahn y Kuhnen (2013) hace una revisión de la literatura de métodos de sostenibilidad, sus factores determinantes y su impacto en la adopción, extensión y calidad; pone en evidencia que los artículos normalmente están enfocados en el ámbito social o ambiental. Para llenar este vacío, esta investigación plantea el uso de un simulador del sistema analizado, que permita la integración del conocimiento científico con el sistema; esto requiere un previo conocimiento del mismo, para poder emular un modelo que incluya los parámetros que representan la dinámica de las actividades analizadas.

Las prácticas sostenibles en industrias se han estudiado e implementado. Según Lee-Mortimer, Luttrupp y Johansson (2012) se presenta un cuestionario en industrias suecas; este estudio está enfocado en los riesgos asociados a diseño para la sostenibilidad y métodos de diseños adoptados como estrategias de la industria; adicionalmente hace una comparación de sostenibilidad entre Reino Unido y Suecia.

Otro tipo de aplicaciones fuera del contexto industrial han sido exploradas. Un ejemplo está en la investigación de Rehan (2013) que presenta el caso de estudio en ciudades egipcias para la construcción de un paisaje urbano sustentable. Esta investigación, como conclusión, resalta los principios de sostenibilidad, y sugiere que deben incluir el manejo de aguas de lluvia y el uso de materiales renovables. Otro ejemplo, es el presentado en Alkhalidi (2013) donde se exploran los principales aspectos de la arquitectura de los edificios del Golfo Pérsico; la sostenibilidad es evaluada en términos de desempeño térmico para la conservación de energía; presenta las casas tradicionales como sostenibles, y una de las principales razones es el uso de vegetación local, resaltando que esta genera microclimas que controlan la temperatura, así como también provee de alimentos y materiales para la construcción de artefactos tradicionales. Esto contrasta con esta investigación, visto que no está situada en el contexto industrial; por el contrario, intenta generar beneficios en una población específica en Medellín.

Materiales y métodos

La metodología propuesta para el desarrollo de la investigación tuvo como referencia a Pérez et al. (2016), Shonkwiler y Franklin (2009), Fishman (2013), Bistagnino, 2011) y Vezzoli et al. (2015), con el propósito de analizar una situación de

producción - consumo en una comunidad localizada en un contexto periurbano de la ciudad de Medellín, valorar las prácticas actuales para generar un modelo sistémico de la actividad producción- consumo comunitario. Este caso de estudio permite identificar las variables para obtener un modelo matemático, llevar a cabo pruebas Montecarlo con el objetivo de validar los resultados y anticiparse a decisiones en el nuevo sistema propuesto.

El DS contempló las siguientes actividades al nivel metodológico:

- Recolección de información
- Diagnóstico de las condiciones actuales de la situación de estudio.
- Detección de problemáticas / oportunidades.
- Propuesta del modelo sistémico
- Planteamiento del simulador

Para generar un modelo del sector productivo de pequeña escala en Medellín, se realizó principalmente una recolección de datos basada en investigación en literatura, reportes, informes y estudios nacionales vinculados con el tema que proporcionó información de los procesos productivos en la zona de estudio, lo cual permitió determinar las entradas, salidas y variables principales de estos procesos, información que será validada a través del diagnóstico en trabajo de campo. A continuación, a través de un proceso de modelado basado en datos, se determinaron los modelos matemáticos del sistema. Estos modelos fueron utilizados para generar un software en Matlab / Simulink.

Resultados

El modelo actual

Los sistemas pueden ser vivos o no. El sistema viviente más simple que se conoce es la célula, y se define como unidad de un sistema vivo, posee una membrana que circunda las partes la cual determina un espacio, los recursos disponibles y algunos parámetros para la acción del sistema. Esta representación de la célula como sistema permite reconocer la membrana como el espacio donde están contenidos sujetos, partes del sistema y, lo más importante, el lugar donde suceden las relaciones entre estas partes (Capra, 1996, pp. 175-181).

La membrana en la célula evoca al espacio común

para las partes, pero este espacio no es visto simplemente desde su dimensión física sino desde el lugar donde se posibilitan las relaciones, donde los sujetos tienen producciones materiales e inmateriales, individuales y colectivas. En síntesis, el análisis de un sistema implica el análisis de la situación, los sujetos, las relaciones y la forma como las partes del sistema se accionan para cumplir el propósito común que, para el caso de esta investigación, está determinado por las prácticas agrícolas en la comunidad de La Gabriela.

La investigación, desde una recolección documental y en campo, busca un reconocimiento de las características actuales del sistema estudiado desde su dimensión física a partir de la detección de características determinadas por el territorio, el reconocimiento de los sujetos que conforman la comunidad y las especificaciones de la actividad; esto permite identificar de una manera holística los parámetros, las variables y las relaciones que constituyen el sistema actual estudiado, información relevante al momento de realizar las simulaciones a través de Montecarlo. A continuación, se presentan las especificaciones del caso de estudio desde tres aspectos fundamentales: el territorio, la comunidad, la actividad.

a) El territorio

El caso de estudio de la investigación se localiza en La Gabriela, "una vereda que desde su división geopolítica se localiza en la vereda La Loma en el corregimiento San Cristóbal, pero hace aproximadamente 4 años se separó y empezó a identificarse con la Comuna 13" (Quinceno, Cardona y Montoya, 2015, p. 17).

El corregimiento San Cristóbal hace parte del área rural de Medellín, tiene una extensión de 49,5 km², de los cuales el 97 % es área rural y un 3 % es área urbana; desde el punto de vista administrativo se encuentra dividido por la cabecera urbana y 17 veredas reconocidas así: Boquerón, San José de la Montaña, La Ilusión, El Yolombó, El Carmelo, El Picacho, Pajarito, Pedregal Alto y Bajo, Travesías, El Llano, Naranjal, La Cuchilla, El Uvito, Las Playas, El Patio, La Palma y La Loma, además de la Centralidad y el Área de Expansión Pajarito.

Las veredas de mayor extensión son La Palma, con el 13,21 % que corresponde a 714,40 ha del territorio corregimental; La Loma, con el 12,16 % que corresponde a 657,65 ha, y Boquerón con el 10,33 % del área total (Plan de Hábitat Rural

Sostenible, 2013).

Se configura como un territorio estratégico desde la dimensión ambiental, ya que contribuye a la contención de la expansión urbana, la conservación del agua y protección del suelo y las coberturas especialmente boscosas. San Cristóbal cuenta con una gran riqueza hídrica lo que ha permitido el desarrollo de la producción de la agricultura, cuyos sistemas de riego son fundamentales para la sostenibilidad de la actividad. La cuenca hidrográfica más importante es La Iguaña, que se encuentra ubicada en la Zona Centro-Occidental del Valle de Aburrá; además cuenta con varias cuencas destacadas entre las que se encuentran: La San Francisca, La Tenche, La Seca, El Limo, La Corcovada, La Potrera, La Bermejala (Alcaldía de Medellín, 2015).

La cabecera del corregimiento se encuentra a 11 kilómetros del centro de la ciudad de Medellín; está ubicada en el corredor estratégico metropolitano y regional de Antioquia sobre la vía que conecta a la ciudad con puertos y centros de recibo y envío de productos; esto facilita su incorporación a la dinámica económica del Municipio de Medellín y de la región.

A partir de la información encontrada en el Departamento Administrativo de Planeación, la figura 1 muestra La Gabriela y su cercanía física, por un lado, al corregimiento San Cristóbal, por el otro lado, su cercanía con Medellín desde la Comuna 13. Además, se localizan en el territorio algunos lugares de referencia para la comunidad, así como los senderos existentes para el acceso de áreas rurales.

FIGURA 1. Mapa de localización del caso de estudio, La Gabriela, Medellín

Fuente: <https://www.medellin.gov.co/MapGIS>



A partir de la identificación de La Gabriela con la Comuna 13, las relaciones de vecindad se han consolidado, especialmente con la comunidad del Socorro; más que con otros sectores de La Loma. Esta cercanía genera construcción de la carretera que comuna estos dos sectores; “anteriormente sus habitantes llegaban a pie por esa misma ruta o subían en carro por la carretera a La Loma y se bajaban por un camino hasta el caserío” (Quinceno et al., 2015, p. 17).

De acuerdo con Alcaldía de Medellín (2015) en los recorridos territoriales realizados en el marco de la revisión y actualización del Plan de Desarrollo Local, las problemáticas más relevantes detectadas en la interacción con los habitantes en la vereda La Loma en sus diversos sectores corresponden a:

- Mantenimiento continuo de las vías, terminación de construcciones viales, recuperación del espacio público.
- Algunas viviendas se encuentran construidas en zonas de alto riesgo.
- La fragmentación sin control de terrenos genera cambios relevantes en el uso de los suelos especialmente para actividades productivas agropecuarias; esto deviene en pérdida de identidad y las costumbres, y, en prospectiva, preocupa la desaparición de saberes tradicionales en el corregimiento.
- Falta control en la disposición de los residuos.
- Las aguas negras que aún son vertidas en las quebradas contaminan las fuentes hídricas. Falta mejoramiento del alcantarillado.
- Las zonas rurales no cuentan con acceso a Internet e información, lo cual los aleja de oportunidades.
- Muchos de los habitantes han llegado desplazados de otras zonas de la ciudad, y de otros municipios, lo cual ha propiciado una concentración multicultural que sin ayuda y supervisión puede desencadenar conflictos sociales y culturales.
- Carencia de espacios de encuentro para la comunidad; actualmente cuentan con una cancha denominada el “Campín Pelao” construida en tierra. Allí se requiere una placa polideportiva. Una solicitud común en la Vereda La Loma es la construcción de una Casa de la Cultura.
- Es evidente la desarticulación de la ciudadanía por la violencia histórica que ha padecido La Loma.

Los mayores retos por el lado del Corregimiento de San Cristóbal consisten en frenar la presión urbana y la construcción desordenada e informal, garantizar condiciones para la conservación de las actividades productivas agrícolas y la protección

de los ecosistemas estratégicos.

b) La comunidad

Las comunidades creativas se definen desde un amplio rango de personas e iniciativas que se relacionan con actividades de la vida cotidiana, desde la vivienda hasta la alimentación, desde el desplazamiento al trabajo, desde socializar hasta el aprendizaje. Conocidos como "profesionales de la vida cotidiana", son movimiento de miles de personas con el movimiento de miles de problemas, quienes son diferentes porque son capaces de ver y enfrentar estos problemas de una manera auténticamente "creativa", van más allá de lo obvio de las ideas dominantes acerca de cómo esos problemas son, "normalmente", resueltos. En otras palabras, una comunidad creativa está en capacidad de mirar los problemas comunes de diferentes perspectivas y cambiar los puntos de vista convencionales, muestran una visión de la realidad no-teórica, una visión positiva incluso alegre, y actitud y espíritu intrínsecamente emprendedores (Jègou y Manzini, 2002, p. 127).

La investigación en Astuti y Prasetyo (2014) muestra un importante resultado: se identifica el proceso para implementar un programa de sostenibilidad para el desarrollo de hogares basado en comunidades (programa Bedah Kampung) localizadas en barrios de bajos recursos de Surakarta-Indonesia. En este estudio se encuentra un modelo de sistema desde su implementación hasta el análisis de las implicaciones.

Para el caso de La Gabriela las relaciones de vecindad y organización son más fuertes con El Socorro. La Gabriela se puede definir como un complejo territorial particular de la Comuna 13 debido a la conservación de sus prácticas rurales. En este sentido podría tener mayor afinidad en términos de sus características ambientales y culturales con El Corazón, pues se puede decir que estos dos son los barrios de la comuna con mayor influencia de la vida campesina (Quinceno et al., 2015, p. 17).

c) Los mapas de relaciones

Capra (1996) afirma: "La percepción del mundo vivo como una red de relaciones [...] ha convertido el pensamiento en términos de red" (p. 58). En concordancia con esta afirmación Calderón (2016) evidencia la red como característica esencial del pensamiento de diseño en términos de

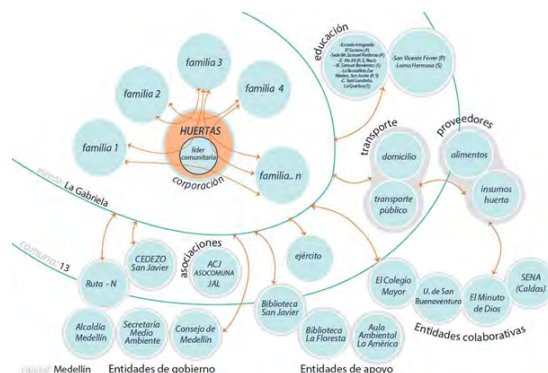
conectividad, relaciones y contexto. Las propiedades esenciales de un sistema de vida surgen de las interacciones y relaciones entre sus partes; es así como en el pensamiento sistémico, la metáfora del conocimiento como construcción, queda reemplazada por la de la red, al percibir la realidad como una red de relaciones (Como se cita en Calderón, 2016, p. 264).

Para entender la forma como se relacionan las personas en patrón de red, se requieren los mapas de relaciones que funcionan como cartografías del sistema alrededor de la situación estudiada; manifiestan un levantamiento de información del estado actual del sistema, donde el equipo de diseño llega a la definición común del patrón de organización de los sujetos involucrados para tener una visión completa del panorama que, sin duda, contribuye en la identificación y localización en el sistema actual de situaciones o problemáticas que pueden llegar a traducirse en oportunidades de diseño (Calderón, 2016, p. 264).

El mapa de relaciones mostrado en la figura 2 especifica los sujetos partícipes, las relaciones, el contexto representado por la membrana definida en tres niveles: vereda, comuna, ciudad; determina los recursos disponibles y limita las acciones de este sistema alrededor de las prácticas rurales en comunidad.

FIGURA 2. Mapa actual de sujetos y relaciones, huertas comunitarias en La Gabriela

Fuente: autoría propia



La comunidad involucrada en la dinámica de las huertas en el sector de La Gabriela está compuesta actualmente por 20 familias vinculadas a la Corporación Centro Familiar y Comunitario con la Niñez, una organización comunitaria sin ánimo de lucro cuya finalidad se consolida en la

atención de la familia y la niñez; para ello, procura afianzar los procesos formativos de gestión y coordinación, así como también potenciar las relaciones interinstitucionales y el trabajo en red. Entre la Comunidad y la Corporación está la líder comunitaria, una facilitadora de procesos que fortalece las relaciones.

En la Comuna 13, se encuentran sujetos relacionados con los aspectos de seguridad, educación, transporte que apoyan a la Comunidad y facilitan la conexión con otras escalas del territorio.

En la ciudad, se encuentran proveedores de insumos requeridos para las actividades de las huertas, suministrados a través de la gestión de entidades colaborativas como, por ejemplo, el SENA que da soporte desde la técnica de preparación del terreno hasta la transformación, pero también provee a la comunidad de insumos requeridos. La Comunidad también cuenta con escenarios para la divulgación del conocimiento aprendido con estas prácticas; como Bibliotecas San Javier, La Floresta y Aula Ambiental La América, las entidades administrativas locales de la ciudad.

Las familias que participan en el proyecto de las huertas se componen de cuatro a cinco personas, donde madre y abuela generalmente son quienes se ocupan del cuidado de la huerta en colaboración de sus hijos, mientras el padre trabaja en otros oficios para garantizar ingresos salariales que, por lo general, corresponden a un salario mínimo laboral para el sustento de la familia, éste corresponde a un valor de setecientos treinta y siete mil setecientos diez y siete pesos (\$737.717.00) (Decreto 2209, Ministerio del Trabajo de Colombia, 2017).

La Gabriela “Es como una veredita en la 13”, dice la gente cuando describe este barrio que conserva una fuerte tradición rural, aunque está integrado al área urbana a partir de su inclusión a esta comuna. Sus habitantes cultivan yuca, maíz, frijol y café y pueden disponer aún de una gran variedad de árboles frutales y nacimientos de agua que cuidan y aprovechan (Quinceno et al., 2015, p. 17).

Además de los saberes de prácticas de cultivo, las mujeres tienen saberes vinculados con cocina, costura, tejidos, manualidades, madera, remedios caseros y habilidades relacionadas con el emprendimiento y el liderazgo; son claramente

personas que manifiestan interés y disponibilidad para aprender.

Las redes de comunicación pueden generar retroalimentación; familias, corporación, entidades, partícipes se involucran para aprender de sus experiencias, donde el impacto llega a todos y vuelve al origen. La autorregulación emerge como el concepto central de la visión sistémica de la vida y al igual que los conceptos de retroalimentación y organización que están íntimamente ligados a las redes (Capra, 1996, p. 76).

Las comunidades pueden tomar decisiones desde un enfoque holístico donde dialogan las necesidades, las prácticas culturales, la relación con el territorio y los recursos en búsqueda del desarrollo económico, social y ambiental a escala local. Para lograr los objetivos se debe identificar una red de relaciones en el interior de las comunidades, el flujo de recursos entre las actividades, para luego identificar los puntos críticos y obtener una visión de la complejidad de la situación para proponer las soluciones.

d) La actividad

El análisis de la actividad en el sistema corresponde al análisis del objetivo común que crea relaciones en los sujetos de la comunidad; para el caso de estudio implica la identificación de una serie de procesos de producción, transformación, transporte, intercambio, comercialización, consumo, disposición final, y flujo de entradas y salidas en el sistema analizado para garantizar disponibilidad, acceso y calidad apropiados de los alimentos derivados de las prácticas agrícolas.

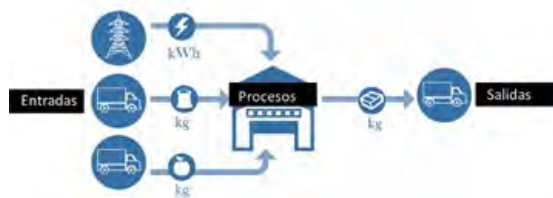
En el territorio de La Gabriela se localizan las huertas de veinte familias, donde se concentran acciones individuales y colectivas alrededor de la propuesta de la Corporación de las huertas en casa. Como afirma Bistagnino (2011) la agricultura es una actividad productiva que se relaciona con aspectos industriales y naturales al mismo tiempo. La coexistencia equilibrada entre agricultura, industria y comunidad con el sistema natural, dentro del mismo contexto local, es la clave fundamental para un modelo productivo de desarrollo sostenible (p. 20).

El análisis de las prácticas agrícolas actuales involucra cantidad y calidad de los flujos de materia y energía, y define también los procesos

productivos dependiendo de los diferentes tipos de cultivo: hortalizas, frutas y plantas aromáticas. Las actividades derivadas del cultivo como producción, transformación y consumo están condicionadas a parámetros de tiempo y espacio evidenciados de modo natural en el clima, disponibilidad de recursos y nutrientes, etc., influyentes en las prácticas agrícolas. Como se muestra en la figura 3, el análisis actual en términos generales está determinado por el análisis de entradas, procesos y salidas.

FIGURA 3. Esquema general del sistema

Fuente: autoría propia



La sistematización del conocimiento generado de investigación y de cultura material encontrado en campo abarca también el estudio de las relaciones entre los diferentes actores que conforman el contexto actual para dar cumplimiento a requisitos funcionales en términos de la actividad de análisis. A partir de la identificación de parámetros, variables, vínculos entre estos, se procede a organizar esta información a través de un simulador definido como en una herramienta que se anticipa a los eventos de un sistema.

e) El simulador

El simulador es una herramienta que permite predecir los eventos de un sistema a partir de cambios en sus entradas. El uso de simuladores para determinar posibles resultados es ampliamente utilizado en múltiples aplicaciones, permitiendo a los desarrolladores y diseñadores probar nuevas herramientas y estrategias. Generalmente estos son realizados en una unidad de procesamiento basado en modelos matemáticos y ecuaciones numéricas. El estudio de soluciones basadas en modelos matemáticos como herramienta para el desarrollo de tecnología es una práctica común en la industria; la principal ventaja es la reducción de los costos del proceso de desarrollo.

Múltiples trabajos en literatura han sido estudiados proveyendo las bases para el

desarrollo de modelos de interés de este trabajo. Según Di Benedetto y Sangiovanni-Vincentelli (2001) los procesos industriales pueden ser modelados como procesos híbridos continuo-discretos, en donde los aspectos numéricos en simulación híbrida son discutidos.

Por otro lado, en Canuto, De Maddis y Ruffa, Manufacturing algebra. Part I: Modeling principles and case study (2012), Canuto y De Maddis, Manufacturing algebra. Part II: Aggregation, control and simulation (2012), así como en Canuto, Discrete-event modeling and control of manufacturing systems (1998) un conjunto de herramientas matemáticas conectadas con una serie de reglas son concebidas para el modelado y control de sistemas industriales. Este tipo de modelos son obtenidos a partir de un proceso de identificación, que usa los datos de las entradas y salidas del sistema que han sido almacenados a través de la historia del proceso.

El método de álgebra de manufactura previamente mencionado ha sido utilizado en Pérez et al. (2016) para evaluar métodos de ecodiseño; en particular, presenta un caso de estudio que lo conecta con los principios del DS.

La identificación es el proceso para obtener un modelo matemático de un sistema a partir de la información de sus entradas y salidas. Los conceptos básicos de la identificación son discutidos en Procházka, Uhlíř, Rayner y Kingsbury (1998) y Ljung (1998). Este proceso es un problema bastante estudiado: los tipos de modelo, la naturaleza de los datos y las técnicas de identificación han sido abordadas y discutidas en gran cantidad de artículos y libros. Esta investigación identificó los modelos discretos que describen el comportamiento de la comunidad de La Gabriela bajo los lineamientos expuestos en Pérez et al. (2016).

El modelo matemático obtenido por el proceso de identificación fue puesto en términos de operaciones de manufactura, verificado a través de un software desarrollado en Matlab / Simulink y probado con incertidumbre paramétrica; esto permitió realizar computaciones numéricas; después se proyectó la incerteza de los parámetros del modelo combinado con los principios sistémicos; el desarrollo de este simulador nos permitió estudiar al nivel de simulación qué ocurre ante las modificaciones, y verificar a priori los resultados de la implementación de la metodología. Una forma de validar estadísticamente los resultados fue la ejecución de las pruebas de Montecarlo

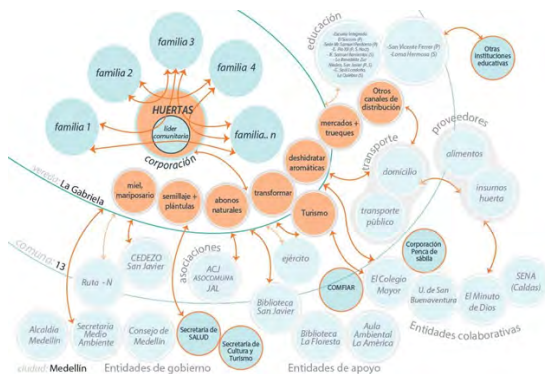
(Shonkwiler y Franklin, 2009) y (Fishman, 2013).

El nuevo sistema

La atención dirigida a la definición de la calidad, la cantidad y las características de la materia prima en el sistema analizado se proyecta para un futuro, no solo en cuánto puede entrar en un sistema, sino en cuánto puede salir, y qué otras nuevas actividades y qué otras relaciones se generan al nivel local. La figura 4 muestra el nuevo mapa de sujetos y relaciones donde, una vez analizadas las prácticas agrícolas en las familias a nivel de cantidad y calidad, se pueden considerar nuevas actividades, nuevos sujetos y nuevas relaciones que dan valor a los recursos; también la aparición de nuevos productos y servicios que generan más desarrollo económico integrado con el territorio.

FIGURA 4. Nuevo mapa de sujetos y relaciones, huertas comunitarias en La Gabriela

Fuente: autoría propia



A partir de esta nueva visión nace un proyecto más extenso y complejo, donde toda la cadena productiva considera las problemáticas inherentes a los desechos al mismo nivel de la adquisición y utilización de las materias primas. Se deberá profundizar la calidad de las salidas y no solo la cantidad, porque esto potencia su verdadero uso futuro. De esta forma, será posible relacionar diferentes situaciones de producción de tal manera que la calidad específica de la salida de una producción pueda llegar a ser la entrada de otra nueva actividad.

Los flujos de materia renovados pueden dar lugar a un nuevo modelo económico, que presta más atención a los recursos locales, a la colaboración entre procesos productivos, a los sistemas industriales y naturales, al contexto territorial y a la comunidad. Se crea una red relacional abierta que

da vida al territorio y lo caracteriza de acuerdo sus capacidades, necesidades, y mantiene el diálogo entre varios sujetos, lo cual fortalece las características particularidades culturales y de identidad territorial.

Discusión

El uso de simuladores para determinar posibles resultados es ampliamente utilizado en múltiples aplicaciones, permitiendo a desarrolladores y diseñadores probar nuevas herramientas y estrategias para reducir riesgos y costos de implementación en propuestas que trabajan alrededor de relaciones equilibradas entre colectividad / sociedad, producción / sistema económico y ambiente / contexto. El diagnóstico del contexto de estudio alrededor del entendimiento del territorio, la comunidad y la actividad define diferentes aspectos a tener en cuenta en el desarrollo de un simulador, lo cual aumenta la complejidad del sistema; si bien todas las variables están relacionadas no toda la información tiene la misma naturaleza cualitativa y cuantitativa o los mismos niveles de cambio.

La sostenibilidad incluye también información de aspectos sociales y culturales del contexto de estudio, poco documentada hasta el momento, lo cual sugiere en esta investigación un trabajo de campo con mayor atención y seguimiento en estos aspectos locales, claves para la activación de futuras oportunidades para la comunidad en términos de lo sostenible.

El estudio actual de la comunidad ya muestra prácticas sostenibles de frente a la actividad y su relación con el territorio; su análisis a través del simulador permite evaluar las posibilidades de activación de otros sujetos, productos, servicios, etc., es decir, la consideración de un nuevo sistema como propuesta de mejoramiento al actual.

Conclusiones

La Comunidad ha sido beneficiaria de varios apoyos formativos de la Alcaldía, e instituciones educativas que capacitan; sin embargo, las actividades se han desarrollado de forma individual y puntual, lo cual no ha permitido generar un impacto integral a la comunidad en los diferentes niveles: económico, social y cultural. Desde el punto de vista económico es una comunidad con tradición rural, saberes localizados en el conocimiento de la tierra, pero no logra que

esta actividad se convierta en sustento estable para sus integrantes. Desde el punto de vista social, las acciones individuales han limitado el fortalecimiento de las relaciones como comunidad, lo cual restringe nuevas posibilidades de desarrollo local, y desde lo cultural se presenta la pérdida de sus conocimientos heredados hacia las generaciones futuras, ya que abandonan su territorio en búsqueda de otras oportunidades.

A partir del estudio del modelo productivo actual, se reconocen acciones eficientes en el proceso productivo referidas a reutilización, buen uso de los recursos y gestión de desechos; sin embargo, aún hay salidas que representan al final del proceso un costo social y económico que para un proyecto se pueden traducir en oportunidades futuras para el sistema.

El planteamiento del nuevo sistema es un acercamiento a una estructura agrícola sostenible de la comunidad periurbana La Gabriela, que permite integrar el conocimiento, las capacidades de las personas y las características del entorno a través de nuevas relaciones que brindan estabilidad al sustento diario; también preservan saberes agrícolas y generan nuevas actividades que fortalezcan el desarrollo sostenible de la Comunidad.

El uso del simulador va a permitir la implementación de diversos principios de ecodiseño poniendo todos los sistemas en términos de operaciones de manufactura y validar su utilización a través de programas numéricos, plantear y alentar propuestas a posibles inversores privados públicos, gubernamentales o no gubernamentales, aumentando la posibilidad de implementación de proyectos sociales en la comunidad de La Gabriela.

En prospectiva es fundamental e inevitable la construcción de una visión multidisciplinar, hacia la cual convergen diversos modos de ver las realidades; esperando así la innovación del conocimiento científico inspirado en la dinámica de trabajos reales de la naturaleza.

Referencias

Alcaldía de Medellín. (2015). Plan de desarrollo local, corregimiento San Cristóbal. Medellín: Alcaldía de Medellín. Obtenido de https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/pccdesign/SubportaldelCiudadano_2/PlandeDesarrollo_0_17/Programas yProyectos/Shared%20Content/Documentos/2015/Planes%20de%20desarrollo%20Local/COMUNA%2060%20San%20Cristobal.pdf. Fecha de consulta: Junio 2016.

Alkhalidi, A. (2013). Sustainable Application of Interior Spaces in Traditional Houses of the United Arab Emirates. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 102, 288-299.

Astuti, W., & Prasetyo, D. (2014). Model of Community-based Housing Development (CBHD) of Bedah Kampung Program in Surakarta Indonesia. *Procedia Environmental Sciences*, 20, 593-601.

Bistagnino, L. (2011). *Design sistemico. Progettare per la sostenibilità produttiva e ambientale* (segunda edición ed.). Bra, Italia: Slow Food® Editore srl.

Bistagnino, L. (1998). *Ecodesign dei componenti*, Meccanica e Automazione. Milano: Gruppo Editoriale Futura.

Calderón, D. (2016). La naturaleza de la vida reflejada en el diseño. Cali: Nexus. Obtenido de <http://nexus.univalle.edu.co/index.php/nexus/article/view/673>. Fecha de consulta: Marzo 2016.

Canuto, E. (1998). Discrete-event modeling and control of manufacturing systems. *IEEE International Conference on Control Applications*, 2, pp. 781-785. IEEE.

Canuto, E., & De Maddis, M. (2012). Manufacturing algebra. Part II: Aggregation, control and simulation. *IEEE International Conference on Mechatronics and Automation* (pp. 1550-1556). IEEE.

Canuto, E., De Maddis, M., & Ruffa, S. (2012). Manufacturing algebra. Part I: Modeling principles and case study. *IEEE International Conference on Mechatronics and Automation* (pp. 1536-1543). IEEE.

Capra, F. (1996). *La trama de la vida*. Barcelona, España: Anagrama.

Di Benedetto, M., & Sangiovanni-Vincentelli, A. (2001). *Hybrid Systems: Computation and Control*. Berlin: Springer.

Fishman, G. (2013). *Monte Carlo: concepts, algorithms, and applications*. Springer.

Hahn, R., & Kuhnen, M. (2013). Determinants of sustainability reporting: a review of results, trends, theory, and opportunities in an expanding field of research. *Journal of Cleaner Production*, 59, 5-21.

Jégou, F., & Manzini, E. (2002). *Collaborative services*. Edizioni PoliDesign.

Ljung, L. (1998). System Identification. En L. Ljung, *Signal Analysis and Prediction*.

Moreno, M., Lofthouse, V., & Lilley, D. (2011). *Enabling Sustainable Consumption Through User Centered*

Design: An Approach. Design Principles and Practices: An International Journal, an International Journal, 5 (4), 702-722. Obtenido de <https://dspace.lboro.ac.uk/dspace-jspui/handle/2134/11812>. Fecha de consulta: Junio 2016.

Ortiz, S., Minotta, C., & Vergara, V. (2014). Diseño sistémico aplicado a los derivados de la caña de azúcar: La panela en Colombia. (pp. 378-386). Santiago: EcodAl. Obtenido de http://www.ecodal.org/memoria/Memoria_Ecodal_2014.pdf. Fecha de consulta: Abril 2016

Pérez-Montenegro, C. N., Novara, C., Canuto, E., Calderón, D. E., & Vargas, A. (2016). Feasibility analysis of sustainable methods through manufacturing algebra and Monte-Carlo simulations. 24th Mediterranean Conference on Control and Automation (MED), (p. 6). Atenas.

Procházka, A., Uhlíř, J., Rayner, P., & Kingsbury, N. (1998). Signal Analysis and Prediction. Boston: Birkhäuser .

Quinceno, N., Cardona, J., & Montoya, H. (2015). Memoria cultural Comuna 13.

Rehan, R. (2013). Sustainable streetscape as an effective tool in sustainable urban design. HBRC Journal, 9(2), 173-186.

Shonkwiler, R. W., & Franklin, M. (2009). Explorations in Monte Carlo Methods. Springer.

Short, T., Lee-Mortimer, A., Luttrupp, C., & Johansson, G. (2012). Manufacturing, sustainability, ecodesign and risk: lessons learned from a study of Swedish and English companies. Journal of Cleaner Production, 37, 342-352.

Vargas, A., & Canale, L. (2014). Diseño de un sistema integrado de soluciones sostenibles para el bienestar doméstico. EcodAl (pp. 343-352). Santiago: Ecodiseño.cl. Obtenido de http://www.ecodal.org/memoria/Memoria_Ecodal_2014.pdf. Fecha de consulta: Abril 2016

Vezzoli, C., Ceschin, F., Diehl, J., & Kohtala, C. (2015). New design challenges to widely implement "Sustainable Product - Service Systems". Milán: Elsevier. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.02.061> 0959-6526/

Wamsler, C., Brink, E., & Rivera, C. (2013). Planning for climate change in urban areas: from theory to practice. Journal of Cleaner Production, 50, 68-81.