

La gestión ambiental como un proceso de aprendizaje continuo

Environmental management as a continuous learning process

Fernando Ceballos^{1*}, Mauricio Díaz², Luis Eduardo Muñoz-Guerrero³

¹Ph.D., Docente, Sistemas de Información, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas, Medellín, Colombia
Correo-e: fceball@unal.edu.co, webmaster_med@unal.edu.co

³Faculta de ingenierías, Ingeniería de Sistemas, Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia
Correo-e: lemunozg@utp.edu.co

Resumen— Las sociedades son dinámicas en muchos campos, como son en demografía, evolución social y desarrollo. En cuanto al crecimiento, la forma de limitarlo y su impacto en el medio ambiente se tienen diversos métodos. Los análisis prospectivos, que permitan la toma de decisiones son herramientas que han servido y siguen sirviendo a las autoridades ambientales, para lograr de una manera u otra mitigar los impactos de dicho crecimiento, ya sea desde un punto de vista académico, que implique una concientización, hasta un punto de vista normativo, que involucre la creación de normas y leyes que sancionen los comportamientos mal intencionados.

La curva de Kuznets es una hipótesis que fue creada a mediados de los años 50's y que en la actualidad y como resultados reales, presenta una tendencia del comportamiento que toman las comunidades en cuanto al deterioro ambiental y al desarrollo normativo. Presenta como composición, una fuerte influencia del crecimiento económico y la posibilidad de sancionar de las comunidades.

Palabras clave— Aprendizaje tecnológico, capacidades tecnológicas, comunidades rurales, energización de zonas no interconectadas.

Abstract— Societies are dynamic in many fields, such as demography, social evolution and development. In terms of growth, the way to limit their impact on the environment we have different methods. The prospective analysis, allowing decisions are tools that have served and continue to serve the environmental authorities, to achieve some way mitigate the impacts of this growth, either from an academic standpoint, involving an awareness, to a regulatory standpoint, who involves different laws that punish different behavior.

Kuznets curve is a hypothesis that was created in the mid 50's and now as actual results, presents a trend of communities taking behavior in terms of environmental degradation and regulatory development. Presented as composition, a strong influence of economic growth and the possibility of sanctioning of communities

Key Word — Technological learning, technological capabilities, rural communities, energizing areas not connected.

I. INTRODUCCIÓN

La dinámica de sistemas es una herramienta de modelado y simulación que permite representar sistemas y simular sus comportamientos pasados y futuros. Esta es una de las premisas que componen la toma de decisiones en cuestiones ambientales [1], ya que la posibilidad de recrear el futuro y hacer un análisis prospectivo de dichas decisiones guía a los tomadores de decisiones respecto a como impactar de la mejor manera al medio ambiente. El modelo que se presenta a continuación esta compuesto por dos grandes secciones, la primera hace referencia a como aprenden las personas a cuidar el medio ambiente, dada la aparición de posibles amenazas en el mismo que inmediatamente conllevan a una reacción comunitaria, en demanda de acciones de los entes de gestión y control ambiental; y como segundo componente, las variables que modifican la forma en la cual los encargados de tomar decisiones ambientales reaccionan. Esto incluye la normatividad y conocimientos en el área en específico poseen los tomadores de decisiones.

II. DINAMICA DE SISTEMAS

La dinámica de sistemas es una herramienta de modelado y simulación que permite representar sistemas y simular sus comportamientos pasados y futuros. Un sistema es la percepción de la realidad que el simulador quiere representar y esta puede ser diferente dependiendo de los fines. Una vez definido el sistema se construye un modelo que reproduce el comportamiento global mediante el funcionamiento interrelacionado de los mecanismos parciales que lo componen, para así disponer de una herramienta que permita simular el impacto de distintas estrategias sobre las variables de interés. Este tipo de modelos permiten estudiar la evolución en el tiempo de las variables incluidas durante un periodo predefinido, que será aquel para el cual permanezca la validez de los supuestos empleados en la construcción del modelo.

III. CURVA DE KUZNES

Una técnica estadística adecuada para relacionar la producción per cápita y el ingreso económico es la hipótesis de Kuznets que permite relacionar varios indicadores de la degradación ambiental y el ingreso per cápita. El supuesto base es que en los inicios del crecimiento económico, la degradación ambiental y la polución se incrementan, pero con el desarrollo de la región, mas allá de algún nivel de ingreso per cápita, la curva se invierte, mostrando un mejoramiento de la calidad ambiental [1], [2].

Esto se debe a que en los momentos iniciales de la industrialización, la generación de desechos crece considerablemente porque el objetivo primordial de la industria es la producción de bienes, y las personas están más interesadas en los ingresos que en la protección de sus recursos naturales. Con el paso del tiempo, las personas tienen que pagar costos mayores por el manejo adecuado de sus residuos, lo cual afecta directamente sus ingresos, obligándolos a producir de una manera más “cuidadosa” y a diseñar políticas de prevención y aprovechamiento. De la misma forma, con el desarrollo industrial e institucional de la región se hacen más eficientes las entidades reguladoras, disminuyendo así las tasas de producción de residuos, mejoran su manejo y tratamiento como responsabilidad del generador. Los anteriores supuestos están de acuerdo con los reportes del Banco Mundial (BM), en cuanto a la relación crecimiento económico e inversión en políticas ambientales [1]. La estructura clásica de esta curva tiene forma de U invertida, como se observa en la Figura 3

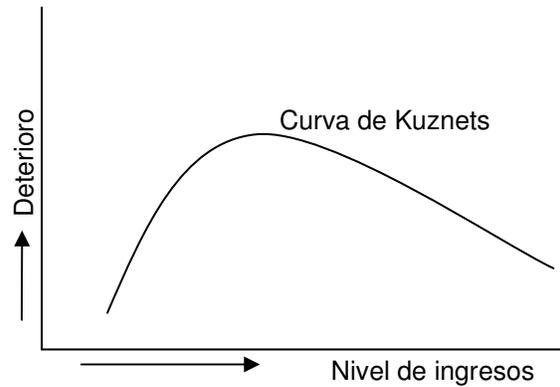


Figura 3. Hipótesis dinámica

La hipótesis hace referencia que un mayor nivel de ingresos, menor el deterioro ambiental, pero en un proceso de desarrollo temprano (como es el caso de Colombia), se presenta un problema que se define como la fase inicial de la curva, ya que no existe la normatividad suficiente, o no existe la preocupación de la comunidad respecto a los recursos naturales, su utilización y mantenimiento.

La ecuación que modela esta curva se presenta en la ecuación (1):

$$\ln(E/P)_{it} =$$

$$\alpha_i + \gamma_t + \beta_1 * \ln(\text{GDP}/P)_{it} + \beta_2 * \ln(\text{GDP}/P)^2 + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Donde:

E = cantidad de residuos sólidos.

P = Población.

GDP = Gross domestic product (producto interno bruto).

i = regiones.

t = tiempo.

α_i, γ_t = interceptos

El punto de los ingresos, en el cual la producción de residuos es máxima se obtiene como se muestra en la ecuación (2):

$$\tau = \exp(-\beta_1 / (2\beta_2)) \quad (2)$$

Con base en esta hipótesis se modeló el problema como se presenta en la siguiente sección.

IV. MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO

La gestión tecnológica es la actividad organizacional mediante la cual se define e implanta la tecnología necesaria para lograr los objetivos y metas del negocio en términos de calidad, efectividad, adición de valor y competitividad.

Cuando se habla de tecnología, existen varios términos asociados a ella que le imprimen diferentes connotaciones, dependiendo de su origen, su importancia relativa o la forma en la que se encuentra representada.

Puede hablarse, por ejemplo de:

- Tecnología dura: la que se considera incorporada a máquinas, equipos, plantas de proceso, etc.
- Tecnología blanda: la que se refiere a metodologías, procedimientos, estilos de administración, etc.
- Tecnología incorporada: la que se encuentra haciendo parte de un equipo o máquina.
- Tecnología desincorporada: la que se encuentra descrita en documentos tales como planos, manuales, patentes, etc.
- Tecnología medular: la que se considera central, indispensable o crítica para un negocio en particular.
- Tecnología complementaria: la que no se considera medular, pero que se requiere para lograr los objetivos de un negocio específico.

Orientado a una comunidad, la gestión tecnológica pretende identificar las capacidades necesarias que debe tener una comunidad para lograr manipular de manera adecuada y eficiente la tecnología asociada a la incorporación de opciones energéticas.

No siempre es fácil saber qué de lo que posee una empresa es tecnología, y aún más difícil clasificarla dentro de uno de los grupos descritos anteriormente. Puede existir la tendencia a confundir la tecnología con el producto que comercializa o la función que desempeña [1].

Por otro lado, la existencia de tales capacidades y procesos de aprendizaje debe estar potenciada por la presencia de factores habilitadores de la tecnología, de tipo cultural y/o paradigmático, que hacen que la tecnología tenga sentido para la organización, de cara al logro de los objetivos mutuamente reconocidos [3]. A la existencia y efecto de tales factores obedece la importancia que significa para la comunidad el valor agregado proporcionado por la tecnología energética, con su consecuente impacto percibido sobre los capitales comunitarios.

Cuando se describe la gestión tecnológica, normalmente se mencionan algunas actividades tales como:

- Apropiación
- Mejoramiento
- Innovación

En cada una de ellas está implícito el aprender por parte de las personas que componen la comunidad. Frecuentemente, los entes decisores aprueban inversiones en tecnología, sin tener en cuenta que deben estar acompañadas con inversiones no menos importantes en el proceso de asimilación de la misma. Esto implica crear las condiciones

apropiadas para que las personas y técnicos conozcan, entiendan y aprendan a utilizarla de la manera más productiva. Cuando no se da la suficiente atención a este asunto, es decir, cuando se pasa por alto que se trata de un proceso de transferencia de conocimiento, la tecnología adquirida (equipos) es subutilizada o mal utilizado y la utilización eficiente no mejora y en algunos casos, hasta empeora [4].

La absorción de nuevas tecnologías en zonas rurales aisladas esta sujeta a las condiciones sociales, humanas y físicas de la región. La identificación de grupos étnicos y sociales, instituciones presentes e infraestructura social, hace más difícil la cuantificación de dichas capacidades. Haciendo un símil con una empresa, las capacidades tecnológicas se entienden como la habilidad de las componentes de realizar cambios estructurales y el proceso de propagación de los mismos al interior de la empresa. Los nuevos procesos, nuevos productos son las manifestaciones de novedad en la empresa, y la apropiación de los mismos al interior del grupo humano que labora en la misma define las capacidades al cambio [5].

Debido a que los grupos sociales actualmente se ven obligados a permanecer en ambientes de desarrollo, el nivel en que se localiza el entorno de productividad es uno de los criterios en los que más debe fijarse cada decisor para construir lógicamente sus propósitos u objetivos, de acuerdo al objetivo de la comunidad. Dicho criterio en un entorno de industrialización en el que la comunidad debe estar atenta a dos factores principales, tales como el aprendizaje y la utilización correcta de la tecnología. Estos factores son cruciales a la hora de hablar de sostenimiento, ya que estas deben velar por el cumplimiento de la aplicación de una adecuada variable tecnológica, un aumento de la calidad social y mejores servicios, además de una mayor productividad dentro de sus procesos básicos. El establecimiento de este tipo de variables es una meta a la cual deben llegar las empresas con el fin de fomentar procesos de innovación, y permitir así la gestión de tecnología en cada proceso.

La generación de tecnología social es un elemento en el que se da a conocer la necesidad de adoptar manifestaciones físicas para que la tecnología se adecue correctamente a los criterios de utilización los cuales son objetivos que pretende la tecnología misma. Por lo tanto, la asimilación, adopción, adaptación, selección y reconfiguración tecnológica son los procesos que deben ser analizados y cuantificados, en busca de medir las capacidades tecnológicas de una empresa o grupo humano.

Para analizar de manera holística este problema, se construye un modelo de dinámica de sistemas, el cual permitirá comprender el comportamiento de la comunidad desde la perspectiva de la Gestión Tecnológica. Para ello se identificarán y relacionarán los componentes del sistema. El modelo permitirá identificar las capacidades requeridas, definir los recursos, los procesos de aprendizaje y otras condiciones necesarias para acumular dichas capacidades y valorar el efecto de la acumulación de capacidades en los capitales de la comunidad.

V. MODELADO DE LA CURVA DE KUZNETS COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN AMBIENTAL

A. Modelo lógico

La Evaluación parcial de resultados: El modelo causal que representa este problema se presenta en la figura 2. La dinámica es la siguiente:

El efecto Kuznets [2,8] dice que tanto se puede invertir en gestión y desarrollo social y en investigación y desarrollo tecnológico. Dicha gestión social se manifiesta como la educación ambiental, que permite la disminución en cuanto a producción de residuos y diversos procesos de aprovechamiento de los mismos. Este aprovechamiento puede llevarse a cabo por reutilización simple, o mediante procesos tecnológicos sofisticados. Este aprovechamiento disminuye la disposición final de los mismos y mejora la calidad ambiental de la comunidad. La calidad ambiental es un indicador de migración a las comunidades, por lo tanto, aparte del crecimiento vegetativo de las comunidades, puede acarrear procesos migratorios. Esta población demanda la creación de nuevas actividades económicas, por lo tanto, empleo y más generación de residuos. Este empleo define el nivel de ingresos y a su vez, define el efecto Kuznets.

La intervención de los entes tomadores de decisiones se hace acelerando la forma en que la curva de Kuznets se comporta permitiendo un mayor control a la forma en que la comunidad explota sus recursos.

En conclusión, la forma en que las autoridades ambientales ejerzan sus deberes, representa en forma directa como la comunidad utilizara sus recursos naturales. Normalmente la penalización por la mala utilización de los mismos no es suficiente [6], es necesario realizar procesos educativos que lamisca comunidad hace necesarios de una manera tácita.

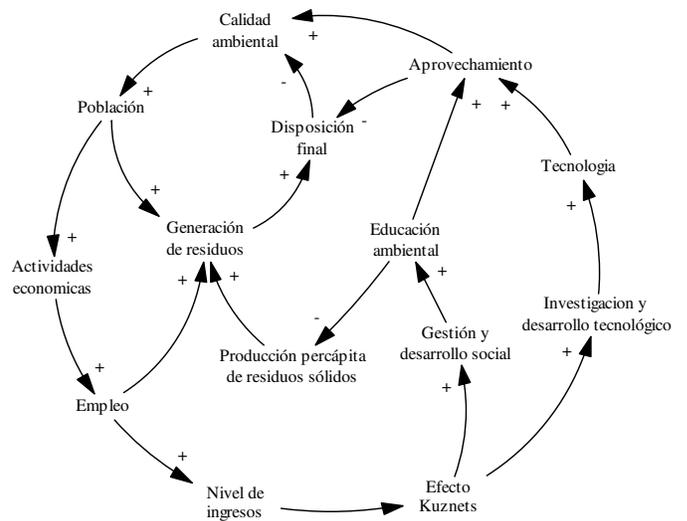


Figura 1. Capacidades tecnológicas.

B. Resultados

Se emplea Vensim® para el proceso de simulación. Todas las variables que se utilizaron en el modelo funcional, se definieron como adimensionales, ya que los capitales de Medios de Vida Sostenibles, son indicadores. Además, las capacidades tecnológicas dadas sus características, también se tienen como un conglomerado de acciones que fundamentan un indicador.

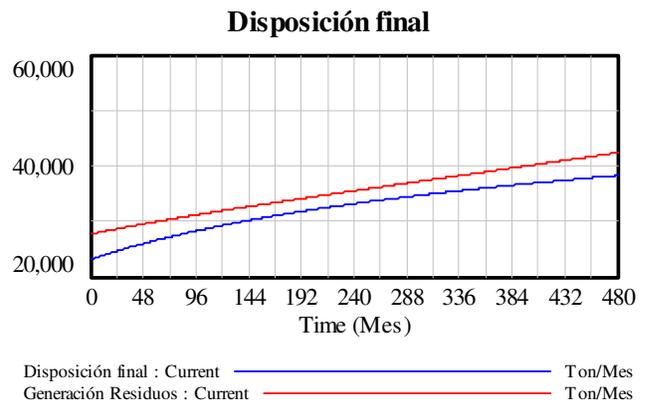


Figura 1. Disposición final.

Los resultados obtenidos se presentan para una simulación a diez años. Los cambios en los capitales se presentan en la Tabla I.

Como se puede observar, el proceso de incremento en los capitales de la comunidad es lento, ya que diez años es una franja de tiempo considerable, además, no se ha tenido en cuenta los posibles problemas asociados con la conflictividad de las zonas y el factor de complejidad de manejo de la tecnología se

ha incluido con unos valores muy bajos.

Los capitales evolucionan como se muestra en la figura 2, los cuales tienen un crecimiento constante, a diferencia de la capacidad de mejoramiento, que presenta un salto de tendencia considerable, al momento de hacerse posible diversos procesos de innovación, dado un mejor uso de la tecnología o un posible cambio sustancial en la forma en la cual se genera la misma.

Los resultados que se presentan en el modelo corresponden a la evolución de una localidad hipotética, ya que la fase de desarrollo del modelo, no incluye aun datos reales, pero se tiene en cuenta la evolución tendencial de unas comunidades en Colombia [9,10] y del área rural de África [11], las cuales lograron un sostenimiento de la tecnología de manera viable en el tiempo.

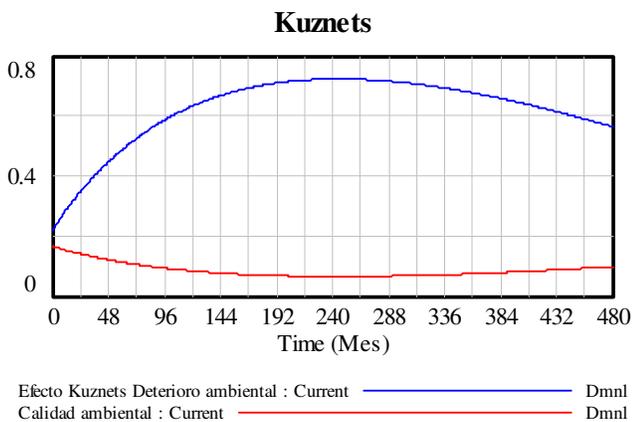


Figura 2. Evolución de las capacidades tecnológicas.

VI. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

La tecnología energética es considerada como un polo de desarrollo en cualquier comunidad rural [6,7]. La cobertura en servicios es impulsada de procesos que incrementan los capitales, ya sea por creación de grupos humanos, o de capacitación y entrenamiento, haciendo que haya una mayor cohesión y consolidación de la comunidad.

Como trabajos futuros, se sugiere la validación del mismo mediante datos reales y la posibilidad de flexibilizar el modelo para que sea pertinente en múltiples escenarios entendidos como localidades específicas, de manera que sea una herramienta de decisión útil a diversos entes, ya sean gubernamentales o sociales.

REFERENCIAS

- [1] Anderson, Dennis. (1992). "Economic growth and the environment." Policy, Research working papers . WPS 979. World Development Report
- [2] Stern, David. (2004). "The rise and fall of the environment Kuznets curve." Rensselaer Polytechnic Institute. World development. Vol 32. #8 pg 1419 - 1439.
- [3] INKPEN, A. (1999), Social capital, networks, and knowledge transfer Thunderbird and Nanyang Business School.
- [4] Mejia, F. (1997), Modelo de Gestión Tecnológica para Empresas de Manufactura y Servicio, Programa de Gestión Tecnológica, Universidad de los Andes, Bogotá.
- [5] HOWITZVEJ, F. (2000), Absorptive capabilities in industrial districts: the role of knowledge creation and learning and boundary spanning mechanisms. Copenhagen Business School. Department for Industrial Economics and Strategy. DenmarkCRA.(2005) Comité de regulación de aguas y saneamiento básico. "Regimenes de los estatutos tarifarios" . www.cra.gov.co. En línea
- [6] CONPES (2004). Consejo Nacional de Política Económica y Social. "Políticas y estrategias del gobierno nacional para el manejo integral de los residuos sólidos en el marco de la prestación del servicio público de aseo". www.compes.gov.co en línea.
- [7] Dinda, Soumyananda. (2004). "Environmental Kuznets curve hypothesis: A survey". Economic research Unit. India statistical institute. Journal of ecological economics 49. pg 431-455.
- [8] Henao, F., Cherni, J. a., Jaramillo, P., & Dyner, I. (2012). A multicriteria approach to sustainable energy supply for the rural poor. European Journal of Operational Research, 218(3), 801-809. doi:10.1016/j.ejor.2011.11.033
- [9] UNIÓN TEMPORAL FICHTNER CYDPE LTDA. Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos para Bogotá D.C. Informe Final, Tomo I Resumen Ejecutivo. Diciembre de 2000.

- [10] Economic instruments for solid waste management in South Africa: Opportunities and constraints Original Research Article
Resources, Conservation and Recycling, Volume 54, Issue 8, June 2010, Pages 521-531
A. Nahman, L. Godfrey