

DEFINICIÓN SISTÉMICA Y SIMULACIÓN DINÁMICA DE ESCENARIOS

APLICACIÓN A LA ECONOMÍA COLOMBIANA 2002- 2027

DIEGO GÓMEZ,
MAURICIO ZULUAGA,
SANTIAGO HOYOS

Palabras Claves: Prospectiva, Escenarios, Innovación, Dinámicas Económicas, Desarrollo, Modelos dinámicos en economía.

ABSTRACT

Un aspecto interesante de desarrollar en la actualidad es una metodología que permita estructurar escenarios futuros que consideren sistémicamente las dinámicas de transformación social y que puedan ser simulados con el propósito de permitir la evaluación de la implementación de políticas y acciones sociales de un lado y los impactos en la economía y las empresas de otro.

En este documento se explora una metodología de formulación sistémica de escenarios y se evalúan las simulaciones de los mismos con el uso de un simulador de la economía.

El caso fue aplicado a la economía y la situación socioeconómica de Colombia. El simulador en su primera fase de aplicación en 2002, generó resultados consistentes con lo ocurrido en los pasados 6 años. La actual versión del simulador, emula satisfactoriamente el periodo 2002-2008 y presenta un conjunto de comportamientos consistentes para el periodo 2008-2027.

Elaborada primera versión en Noviembre de 2008 y versión final en Agosto de 2009

1. Introducción

El neurofisiólogo Rodolfo Llinás explica en su libro “El cerebro y el mito del yo” como este órgano se desarrolló desde la aparición de los organocordados cumpliendo la función de simular la trayectoria del futuro movimiento a ser ejecutado. (Llinás, 2005)

Esta capacidad de simular para luego poder elaborar el conjunto de instrucciones que produjeran el movimiento de las partes del organocordado fue la que produjo un salto en el proceso de evolución de las especies desencadenando una dinámica de aprendizaje y construcción realimentada que condujo al nivel de capacidad que tiene el cerebro actual. Esto es lo que se ha llamado la definición de la función cerebelar desde una perspectiva evolutiva y es uno de los principales logros reconocidos a Llinás. (ibid)

Esta función de simulación como herramienta central para sobrevivir y “construir futuro” se ha transformado desde el manejo de eventos más simples hasta situaciones que reconocen la complejidad, es decir, la incertidumbre y la multiplicidad de opciones que se dan en sociedades que se transforman dentro de un delicado equilibrio sistémico

Es en estas situaciones, la pretensión del simulador (cerebro o pensamiento) no es la de proyectar, es la de considerar múltiples dinámicas de cambio con eventos de emergimientos caóticos, y los futuros posibles que se derivan de ello. Un mundo complejo como el estas características implican, supone la impredecibilidad. Ante ello, los desarrollos científicos actuales proponen la exploración de múltiples eventos y trayectorias.

El año anterior, en una declaración a un periódico, Xavier Sala-i-Martin decía que los economistas se dividían en dos grupos, los que predecían el futuro y los que sabían que no se podía predecir el futuro. En términos de Llinás, si la economía no sirve para crear un marco de decisiones para el futuro entonces es una “ciencia” inútil para los propósitos que cumple el cerebro en términos de supervivencia.

Avanzando en el sentido de lo que expresa Sala-i-Martin y en concordancia con el pensamiento sistémico y la teoría de la complejidad, el futuro no es predecible, pero sí es necesario explorarlo. Las metodologías de simulación y formulación de escenarios van en esa dirección y a eso se dedica este trabajo.

En las ciencias sociales ha sido una inquietud permanente la indagación de los futuros posibles que deberemos enfrentar y sus efectos sobre las sociedades, las empresas, los sectores y los países. El nivel de discusión actual sobre la forma de indagar el futuro, es el resultado de una construcción académica que ha evolucionado desde los métodos econométricos (estadísticos y matemáticos) hasta el conjunto de métodos que conforman toda una disciplina conocida como “Estudios de Futuro”.

Los estudios de futuro se originaron desde los años 40 y 50, a partir de dos grandes enfoques: el europeo y el norteamericano. Dentro de estos enfoques

se desarrollaron técnicas de estimación, predicción o pronóstico, tanto cuantitativos como cualitativos. Las técnicas cuantitativas tradicionales se basan en datos numéricos que toman los patrones de comportamiento del pasado para proyectar hacia el futuro. Las técnicas cualitativas son útiles para discutir los emergimientos, las innovaciones y los acontecimientos no pronosticables pero factibles, que generan cambios estructurales y por lo tanto son capaces de transformar el futuro.

Este trabajo plantea la posibilidad de realizar un ejercicio prospectivo construido desde la integración de la discusión cualitativa en torno a modelos dinámicos desarrollados con dinámica de sistemas, capaces de simular de manera cuantitativa los eventos futuros. Se elabora un marco prospectivo en el que se simulan diferentes escenarios y comportamiento de la economía Colombiana para los próximos 20 años. El estudio se realiza partiendo de una concepción sistémica de la economía y la sociedad. Esto supone el reconocimiento de una serie de procesos interconectados de manera múltiple y cibernética que constituyen un sistema complejo y abierto y evalúa los efectos de la innovación en el futuro de la sociedad colombiana. Lo cual es útil y pertinente también para la sociedad latinoamericana.

2. El contexto histórico de los estudios Futuro.

Los métodos para la realización de estudios de futuro han tenido dos corrientes dominantes. La europea y al norteamericana. La primera tiene sus orígenes en las crisis derivadas de la Primera y Segunda Guerra Mundial. La reflexión de cómo construir una sociedad donde no se estuvieran creando estructuras no sostenibles, era prioritaria. Se requería pensar en un futuro colectivo, en el bienestar de toda la sociedad. En 1943 el alemán Ossip Flechteim, introduce la futurología como un primer intento de crear una ciencia del futuro. Por otra parte, en 1957, el francés Gastón Berger crea la prospectiva (primera generación), la cual buscaba visualizar el futuro de una forma distinta a una simple extrapolación de tendencias; en 1967, Bertrand de Jouvenel, basado en esta última corriente, propone que se investigue una variedad de futuros (futuribles) y no un futuro único.

A partir del trabajo desarrollado por estos dos autores, la prospectiva se difundió ampliamente y se generaron dos corrientes: la Prospectiva Estratégica liderada por Michel Godet (segunda generación), que se apoya en la formalización matemática, el cálculo de probabilidades, la investigación operacional, y el desarrollo de herramientas informáticas específicas tales como: análisis estructural, matrices de impacto cruzado, análisis morfológico, análisis multicriterios, análisis de estrategia de los actores, entre otras metodologías propuestas o adaptadas por él, y que hace énfasis en la economía industrial y estadística; y la Previsión Humana y Social (tercera generación) dirigida principalmente por Eleonora Barbieri Masini que se fundamenta más en métodos cualitativos y que cuenta con un fuerte componente social, manejando conceptos tales como autoorganización, decisión pública e inteligencia colectiva (Medina 2000, Mojica 1998).

La corriente norteamericana se estructura en torno a intereses geopolíticos y de dominio tecnológico en la Guerra Fría; de allí se derivó en primer lugar la planeación a largo plazo (long range planning), la cual se caracterizó por la utilización de métodos cuantitativos y matemáticos y se centró principalmente en desarrollo tecnológico, desarrollo de mercados, procesos de innovación y aplicaciones militares. Luego se creó la investigación de futuros (futures research) que se basaba en la planeación a largo plazo pero con una base más científica. En los años sesenta, a partir de estas dos corrientes, aparecen el pronóstico tecnológico (Technological forecasting) centrado en la estimación de probabilidades de ocurrencia de sucesos futuros relacionados con investigación y desarrollo tecnológico y la planificación por escenarios (scenarios planning) utilizada principalmente en medios empresariales.

En la década de los setenta, el Club de Roma realizó los estudios sobre las posibles evoluciones del mundo y su sostenibilidad. Los trabajos fueron realizados por Jay Forrester inicialmente y luego por Donella y Dennis Meadows en sus etapas posteriores. Estos trabajos introdujeron la Dinámica de Sistemas como herramienta prospectiva. En el presente documento se hace una propuesta que integra a la tradición de estudios de futuro la construcción de herramientas formales de simulación desarrolladas con dinámica de sistemas.

Además de estos enfoques, a nivel mundial se originaron en los años setenta, corrientes independientes como visiones de futuro (visioning studies) y estudios de la problemática global (global studies), apoyados en las tecnologías de información. En los años noventa, surgen los estudios de previsión (foresight studies) que emplean herramientas específicas de acuerdo con el contexto en donde se quieran aplicar y que presenta como principales características: comunicación, concentración en el largo plazo, coordinación, consenso y compromiso.

En la tendencia europea, la escuela francesa de prospectiva ha tenido un importante liderazgo. “La prospectiva, conocida como prospective en lengua francesa, foresight en lengua inglesa o prospecção en lengua portuguesa, se define como un proceso de anticipación y exploración de la opinión experta proveniente de redes de personas e instituciones del gobierno, la empresa y las universidades, en forma estructurada, interactiva y participativa, coordinada y sinérgica, para construir visiones estratégicas de la ciencia y la tecnología y su papel en la competitividad y el desarrollo de un país, territorio, sector económico, empresa o institución pública.” (Medina & Ortegón, 2006).

Con base en la definición anterior, se puede decir que, la prospectiva es una disciplina para el análisis de sistemas sociales que su objetivo principal es la valoración del impacto de la ciencia y la tecnología en la sociedad, como consecuencia de la intersección entre los estudios de futuro, la planificación estratégica y el análisis de políticas (Figura 1), a través de una mayor comprensión de la situación actual e identificación de tendencias futuras (Medina & Ortegón, 2006).

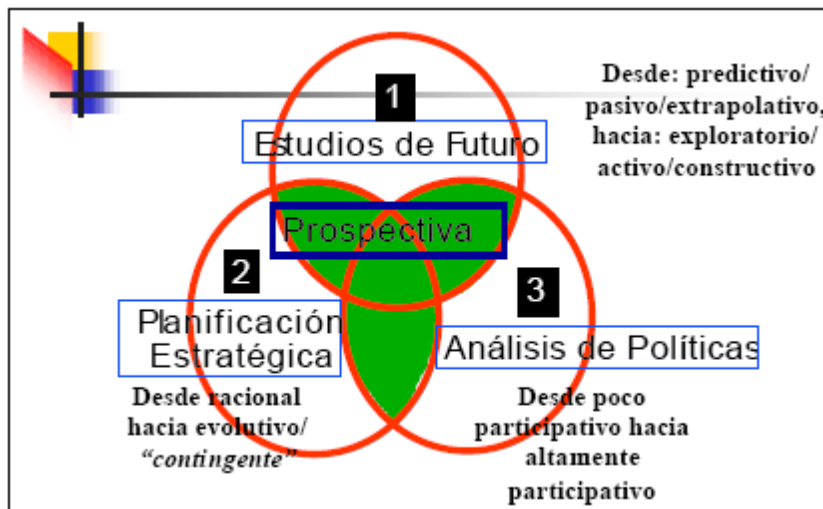


Figura 1 Prospectiva - Intersección entre campos

Fuente: Gavigan, 2002 citado por (Medina & Ortegón, 2006).

La planificación estratégica es el proceso que se sigue para determinar los objetivos de una organización o país y las estrategias que permiten alcanzar dichos objetivos. La planificación estratégica ha cambiado de un concepto racional hacia otro más general de evolución contingente (Medina & Ortegón, 2006), apoyado en el pensamiento estratégico. El "Pensamiento estratégico", puede entenderse, como la capacidad para resolver con éxito los problemas en forma individual y colectiva, vale decir, para asumir una tarea de alto nivel de complejidad, tomar decisiones estratégicas con autonomía (o sin una guía o supervisión externa muy cercana) y responsabilizarse por sus resultados en el futuro (Mant, 1996). El pensamiento estratégico se enfoca en examinar la naturaleza, contexto, proceso y factores determinantes de las decisiones estratégicas, las cuales se distinguen de las decisiones rutinarias u operativas.

El análisis de políticas puede entenderse como el proceso mediante el cual se definen y evalúan políticas de una organización o país. El análisis de políticas ha cambiado con el tiempo desde lo poco a lo alto participativo, desde ser un insumo para la toma de decisiones hacia la construcción de capacidades al interior de la organización o el Gobierno.

"El objeto de los estudios del futuro es la exploración sistemática de los futuros posibles a fin de mantener y/o mejorar la libertad, el bienestar y el desarrollo humano y sostenible, ahora y en el futuro" (Bell, 1994; 54).

Con base en las definiciones anteriores y bajo el concepto de dinámica de sistemas como herramienta de simulación de sistemas complejos como es la sociedad, que permite evaluar políticas y estrategias, que soporta la toma de decisiones organizacionales, la definición de escenarios y comportamientos futuros del sistema, se puede sugerir que la dinámica de sistema tiene campo de aplicación en la prospectiva, a través de cada uno de sus componentes, estudios de futuro, planificación estratégica y análisis de políticas.

En el caso específico de los estudios de futuro, se describe a continuación una pequeña reseña sobre su estado del arte.

3. Estudios de futuro y la representación del futuro

Según Masini (1993) la representación del futuro es tan antigua como la misma humanidad, debido al afán del hombre por dar explicación a su propia existencia. Decoufle (1972; 1976) propone tres alternativas de representación del futuro, el futuro como destino, porvenir y devenir. La adivinación y la profecía son características del futuro como destino, mientras que la imaginación humana sobre el progreso de la sociedad define el futuro como porvenir. Pero la estructuración de las acciones presentes con participación social para obtener lo deseado es la esencia del futuro como devenir.

El propósito de los estudios de futuro no es predecir eventos futuros, sino más bien reflexionar, comprender y crear alternativas presentes que lleven a lograr los futuros deseados y a evitar o disminuir el efecto de los indeseados.

En este sentido, la construcción de futuro está asociada a un proceso de conceptualización, al pasar de los futuros posibles, a la selección de futuros probables y de allí a la selección de los futuros deseados. Como futuros posibles, puede entenderse todos aquellos imaginables, por los probables, los futuros que tienen una posibilidad de ocurrencia, producto de un análisis de datos cuantitativos y evidencias científicas; de otro lado, por futuros deseados, se puede interpretar, todos aquellos futuros que siendo posibles de ocurrir, son preferidos sobre otros y sobre los cuales se encaminan las acciones presentes.

Para la definición y descripción de futuros posibles se ha utilizado herramientas que apoyan la percepción humana y consolidan la opinión de expertos en reuniones participativas de construcción de una visión unificada del mundo. Para el desarrollo de los futuros probables, la utilización de métodos cuantitativos y modelos muchas veces matemáticos y estadísticos, determina la posibilidad de ocurrencia de los eventos predefinidos. Mientras que para la construcción de los futuros deseados, la utilización de herramientas de la investigación de operaciones, como el análisis multiobjetivo y la simulación de sistemas se ha utilizado con éxito.

Se presenta a continuación en la Tabla 1 la descripción general de la evolución de los estudios de futuro y la prospectiva.

Tabla 1 Generaciones estudios de futuro y prospectiva

Generación	Énfasis	Actores Clave	Estructura del programa	Razones de desarrollo económico que justifican la prospectiva
Primera	Pronóstico tecnológico	Expertos	Ciencia y tecnología	Planeación económica
Segunda	Tecnología y mercado	Academia e industria	Sectores de la industria y servicios	Fallas de mercado, firmas con horizontes temporales de corto plazo
Tercera	Tecnología, mercado y dimensión social	Academia, industria, Gobierno y actores sociales	Temática socioeconómica solución de problemas	Fallas del sistema social insuficientes instituciones - puente

Fuente: (Medina & Ortega, 2006).

De la Tabla 1 se observa que la prospectiva es una disciplina que está en constante cambio, como consecuencia del dinamismo de sus componentes y específicamente de los estudios de futuro los cuales marcan una tendencia hacia la utilización de nuevas herramientas para soportar el énfasis, el trabajo con actores, la estructura y razonamiento de la prospectiva sobre el desarrollo de un país y la organización en general.

La prospectiva, como construcción de futuro, es una actividad permanente que permite anticiparse al futuro por medio de la generación de imágenes y estados futuro del sistema analizado, permite además, la apropiación del futuro por medio de la participación y asimilación de escenarios y desafíos futuros, también permite diseñar y realizar acciones en pro del futuro imaginado y deseado, por medio de la puesta en marcha de proyectos pertinentes y así como también, alcanzar un nivel mayor de aprendizaje y conocimiento a través de la retroalimentación constante que facilita examinar las brechas entre las imágenes de futuro propuestas y el cumplimiento de metas en el presente.

Considerar la incertidumbre en la definición de futuros 50 años atrás, era impensable e inclusive incompetente (Wack, 1985 a y b), luego de esto, fue considerada la incertidumbre como una “desviación ocasional, temporal, de una predicción razonable”, hacia la década de los ochenta, pasó a formar parte de la estructura que define el entorno del sistema analizado. Hoy es uno de los elementos fundamentales a considerar para el diseño y construcción de futuros (Prigogyne, 1977; Guilhou & Lagadec, 2002). Según Shoemaker (1995) es importante reconocer que el futuro ya no es estable ni único y se ha convertido en un blanco móvil de posibles y deseados escenarios. La incertidumbre siempre existe y puede ser cuantificada mediante probabilidades, o ser comprendida y descrita cualitativamente (Medina & Ortega, 2006).

4. La metodología prospectiva propuesta

Los estudios de futuro, en su versión mas difundida y usada y que viene siendo utilizada por la ONUDI en su proyecto de prospectiva para Latinoamérica, y que se enmarcan dentro corriente europea, y mas específicamente dentro de las metodologías desarrolladas por Godet, tienen en términos generales los siguientes elementos:

- Consenso de expertos (Método Delphi): Se Indaga mediante cuestionarios sucesivos la convergencia de criterios de los expertos sobre el área que esta en estudio
- Ponderación de Enfoques (Ábaco de Regnier): Taller de interacción real de los expertos en el que se ponderan y priorizan los resultados de las consultas a los expertos. Se utilizará un software de apoyo. .
- Análisis Estructural: Identificación de las relaciones existentes entre los subsistemas del sistema en estudio y determinación de aquellos con mayor motricidad mediante el uso de matrices de motricidad y dependencia.
- Hipótesis y Agenda de Proyectos (Juego de Actores): Se elabora un inventario actores con sus proyectos, anhelos, conflictos y consensos. Se formulan hipótesis y se asignan probabilidades.
- Diseño de escenarios: Con base en la calificación por parte de expertos de las probabilidades de verificación de las hipótesis, se establecen los escenarios más probables.

La metodología dentro de la corriente norteamericana se concentra en la construcción de un consenso de expertos en la que se definen factores críticos los cuales en algunos casos son utilizados para establecer las fuerzas dominantes o conductoras (drivers) del área en estudio. Podría decirse que es mas cualitativa que la metodología utilizada por Godet, sin que se pueda decir que esta metodología sea en estricto sentido cuantitativa. En muchos casos no solo es posible sino útil integrar a la metodología convencional el estudio de escenarios con base en fuerzas impulsoras lo que posibilita ampliar los procesos de discusión con los actores.

En estos estudios el problema de la innovación y los cambios estructurales que genera en el sistema en estudio queda explicitado y descrito en términos argumentales. No es en términos generales sencillo avanzar en la descripción de indicadores ni evaluar los efectos dinámicos y cibernéticos de la innovación.

La innovación actúa sobre un sistema que está en funcionamiento y este podría ser descrito y modelado en función de sus agentes y sus dinámicas. La discusión misma para la determinación de los agentes y las dinámicas es en si misma un actividad enriquecedora y constructora de consensos en el proceso prospectivo y los modelos obtenidos acompañaran y potenciaran el desarrollo del mismo.

4.1 Método propuesto de prospectiva con dinámica de sistemas.

Los trabajos que se han desarrollado acompañando este proceso con simulación dinámica se ha procedido de la siguiente forma:

- Se desarrolla el proceso prospectivo y en paralelo se trabaja con los expertos en la discusión de las dinámicas, los agentes y los procesos centrales del sistema necesarios para la construcción del modelo.
- El modelo se documenta y se alimenta con los datos y las tendencias observadas logrando que cada parámetro sea claramente sustentable lo

que permite hacer una ponderación mas calificada y concreta de las variables y factores sugeridos por los expertos.

- Sobre la estructura de información y simulación obtenida se inicia en paralelo un proceso de prospectiva que realmente y perfeccione el modelo de manera que este a su vez realmente el ejercicio prospectivo asegurando que se establezcan las principales tendencias, los escenarios y las variables criticas.
- El análisis estructural del sistema y la discusión de motricidad y dependencia de las variables y la evaluación de los efectos de las innovaciones, se realizan acompañándolas de simulaciones con el modelo de manera que se pueda observar los efectos cibernéticos y las dinámicas en el tiempo.
- Los comportamientos de los actores, las innovaciones y los posibles eventos se simulan y se verifica la completitud del modelo para evaluar múltiples escenarios.
- Se diseñan los escenarios en los cuales las variables quedan cuantificadas por las dinámicas del modelo.

De esta forma los escenarios y las variables criticas son establecidos con procesos de prospectiva y con procesos de modelamiento dinámico. El uso conjunto de estas herramientas permite comprender de manera detallada los comportamientos dinámicos del sistema, los procesos y las estructuras que los producen y las variables que participan del proceso.

En este ambiente se tienen diferentes variables y parámetros cuyos comportamientos sugeridos en los ejercicios de prospectiva se podrán introducir por medio de la interfase gráfica para construir múltiples escenarios. Los resultados de las simulaciones se obtienen en ambientes gráficos sobre las aplicaciones de computador para Dinámica de Sistemas mediante las cuales se pueden simular múltiples escenarios obtenidos con los procesos prospectivos en los cuales se establecen los comportamientos de variables externas e internas con los cuales se simularan distintas estrategias.

El resultado son las trayectorias de las variables para cada uno de los escenarios evaluados y los indicadores económicos, financieros, de operación o de impacto social derivados de múltiples estrategias o eventos estrategicas. Todo ello ante diferentes comportamientos tecnológicos, sociales y económicos.

En estos proceso se evalúan las tendencias económicas, sociales y tecnológicas que afectan múltiples sectores y la manera como esas tendencias inciden en el presente y el futuro empresas o países, así como los efectos de fenómenos de globalización y regionalización, los flujos de inversión interna y externa en la economía, los escenarios sociales, tecnológicos y los cambios en las estructuras sectoriales en el ámbito nacional y regional, el papel de los centros de desarrollo tecnológico y los factores claves para su desarrollo y su integración con el sistema nacional de innovación.

Estos modelos requieren de un esfuerzo importante en la recopilación y desagregación de información que se encuentra consolidada en las cuentas nacionales, tendencias internacionales e indicadores sectoriales.

Sterman (2000) plantea que el proceso de construcción de un modelo basado en la Dinámica de Sistemas, es inherente a la creatividad humana, y no es posible construir una “receta” que garantice la obtención de un modelo perfectamente apropiado al problema de análisis; es más, cada modelador puede tener la suya propia. Sin embargo, es precisamente la serie de actividades que el mismo Sterman se atreve presentar como obligatorias en el proceso de modelación, y el orden en el que él las plantea, el método más empleado por aquellos que son fieles a la teoría desarrollada en la Dinámica de Sistemas; aunque existen quienes se acercan por la vía de práctica a esta herramienta e ignoran algunos pasos y obvian algunos elementos, dando énfasis primordialmente a la reproducción de la realidad percibida en sus procesos de estudio.

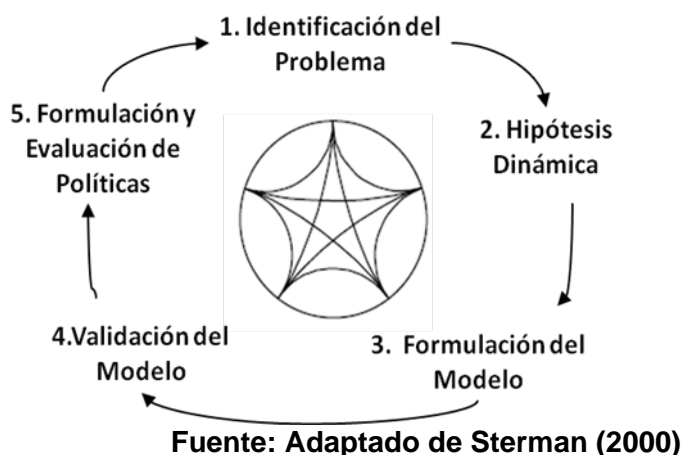
Las actividades que forman el proceso descrito por Sterman, que comúnmente son reconocidas como el método de Sterman o de Business Dynamics (texto en el cual las presenta) son:

1. Articulación del Problema.
2. Generación de una Hipótesis Dinámica.
3. Formulación del Modelo Dinámico.
4. Pruebas.
5. Diseño de Políticas y Evaluación.

Claro está, que el proceso es presentado como dinámico, en el cual todas las etapas están relacionadas y en el que se encuentran procesos de realimentación constante entre ellas, sin importar en cuál de los pasos se esté, tal y como se presenta en la

Figura 2. Dicho de otra manera, los resultados obtenidos en cualquiera de los pasos pueden servir de realimentación para plantear revisiones en pasos anteriores, como la presenta la estrella del centro en dicha Figura (Sterman, 2000); lo que implica que el modelo nunca estará totalmente terminado...

Figura 2. Proceso de Modelación en Dinámica de Sistemas.



4.2 Identificación del Problema

Cuando se inicia un proceso de modelación de un problema dado, normalmente quien modela (el modelador), no está totalmente inmerso en el ámbito bajo el cual el sistema se desarrolla. Por ello, el proceso debe iniciar con una etapa de contacto con el problema, incluso antes de poder definirlo. Ello obliga a que el primer elemento sea comprender las necesidades del cliente (en el caso en que se elabore un modelo a la medida) o el leer acerca del tema, para poder clarificar cuál es en realidad el problema que se debe enfrentar como modelador, pues es usual que se comience el trabajo porque se ha percibido una señal. Esta señal, es normalmente un síntoma de un problema, que al igual a lo que sucede en medicina, su solución no produce más que un “descanso” temporal o como comúnmente se llama, un pañito de agua tibia. Dicho síntoma está normalmente asociado a un desmejoramiento en un indicador, por ejemplo, el aumento en el tiempo de servicio, el aumento en el desempleo, una disminución en el nivel de ingresos, entre otros. Es así, como el indicador, siendo un elemento de medición constante de un sistema, se convierte en un generador permanente de señales del correcto desempeño del sistema. Cuando el indicador presenta un cambio desfavorable, es una señal de un problema en el sistema.

Al igual que el médico, el modelador debe “indagar un poco más” para encontrar el verdadero problema a modelar; pero para ello debe tener un conocimiento previo, y limpio de subjetividades, para comprender mejor si existe presencia de limitaciones de enfoque por parte del cliente a la hora de describir “su” problema.

Luego que se inicia el contacto con el cliente, es recomendable que juntos (cliente y modelador) descubran el verdadero problema, a medida que se adentran en la sintomatología identificada y que se va proveyendo elementos propios del Pensamiento Sistémico al cliente; lo que permitirá ir creando consensos, que finalmente faciliten “descubrir” cuál es la necesidad que el modelo deberá atender. De ser necesario, se puede recurrir a expertos, distintos al cliente y al modelador, los cuales conozcan mejor el sistema real y aclare los elementos confusos o ambiguos (Delgado, 2002).

Ya desde este primer punto, se debe reconocer que el modelo no es más que un “Mundo Virtual”, en el cual se replica el sistema real, con el objeto de identificar comportamientos que le son propios y que impiden obtener los resultados deseados. Además, es un ambiente en el cual se pueden realizar experimentos encaminados al aprendizaje de reglas de decisión, que deberán ser puestas en práctica cuando en el futuro se presente situaciones similares. Dichos experimentos, no son más que la evaluación de distintos escenarios de simulación, y en procesos más refinados, juegos de aprendizaje a través de Micromundos¹ asociados a modelos dinámicos. Es decir, desde la propia comprensión del problema, se debe tender claro que la herramienta (el modelo)

¹ Un Micromundo es una herramienta de aprendizaje, similar a los simuladores de vuelo, en el cual los usuarios se ven enfrentados a situaciones, ante las cuales deben tomar decisiones esperar la respuesta del sistema a ellas, para tomar realizar nuevas acciones [Smith, *et al*; (2002) y Dyner, *et al*; (1998)].

que se construirá, será empleada para la valoración de respuestas y comportamientos del modelo ante distintos escenarios.

Es por esto que al seleccionar el horizonte de simulación, se debe tener presente que no sólo es necesario que el problema sea estructuralmente estable; entendido esto como que las variables que lo componen y sus relaciones aún sean válidas, o que sea el suficiente para que los procesos de realimentación se presenten, los retos se sobrepasen y los efectos sean por fin observados; sino que el tiempo seleccionado sea adecuado para la generación de escenarios de simulación. El horizonte de simulación no debe ser mayor al tiempo en el cual se pueda garantizar que los posibles futuros (escenarios) creados para valorar el comportamiento del sistema, sean consistentes y se pueda alcanzar un cierto nivel de probabilidad de ocurrencia.

De igual forma, cuando se identifican las variables y los conceptos que deben ser considerados dentro de la formulación del problema, es necesario tener presente que deben existir elementos de carácter exógeno al sistema, que enmarcará su futuro y determinará un comportamiento general. Dichos elementos son las variables que podrán ser susceptibles de generar escenarios de simulación, como por ejemplo, el comportamiento del dólar en un modelo de precios de un mercado.

Finalmente, el proceso de descripción del problema, también propone el análisis del comportamiento histórico del mismo y las variables que lo componen, pero además, un análisis inicial de cual podría ser su comportamiento futuro. Con todo esto, quedan sembrados los primeros elementos necesarios para una posterior evaluación de los escenarios de futuro del problema planteado.

4.3 Formulación de una Hipótesis Dinámica, o Teoría acerca de las Causas del Problema

El segundo paso en la construcción de un modelo dinámico es la formulación de una Hipótesis Dinámica. Esta no es más que la explicación teórica de cuál es la forma como se genera el problema; lo que implica la explicación de las relaciones causales existentes entre las variables, la forma como los efectos se propagan en ellos, los lazos de realimentación que se forman y los retardos, ambos elementos que son culpables de originar la complejidad al sistema.

Se habla de Hipótesis, porque es la idea inicial que ha de ser probada por el modelo, pudiendo ser aceptada o rechazada; además, porque es susceptible de ser modificada a medida que se logra un mayor aprendizaje en las demás etapas del proceso. Y se dice que es Dinámica, puesto que incluye la explicación de los procesos de realimentación que generan el problema. En pocas palabras, es la teoría de trabajo de la forma como se presenta el problema.

Esta formulación de la hipótesis, demanda, también, un proceso continuo de conocimiento conjunto (cliente – modelador) y de discusión, de la forma como

se relacionan las variables, así como de recurrir a otras fuentes adecuadas de información, como expertos y literatura.

Puesto que en esta etapa se generan las reglas de interacción de las variables, las reglas de decisión del modelo y su estructura general, por lo menos en lo teórico; también es necesario llegar a un análisis o explicación exógena del problema, es decir, plantear la forma como las variables de carácter exógeno, las cuales enmarcan los límites y alcances del modelo, así como sus comportamientos y variaciones, como afectan al sistema y sus procesos de realimentación.

Un modelo no debe contener demasiadas variables exógenas, puesto que cada una significa una posible variable de escenario o en su defecto, de decisión; aspectos ambos, que en cualquier caso, generan inconvenientes. Un gran número de variables de escenario, generará también un amplio número de posibles escenarios, puesto que se podrán construir gran cantidad de combinaciones de variaciones de ellas. En el caso que se intente limitar a pocas combinaciones, se genera un problema casuístico, en el cual deben cumplirse muchas cosas para que se presente ese futuro, el cual comienza a no ser tan posible. Si por el contrario, se posee gran cantidad de variables de decisión, lo que se presenta es la incapacidad para manipular el modelo, y responder a cambios y comportamientos de él; además, no se entenderá los procesos de propagación de efectos, es decir, se perderá el enfoque de aprendizaje de la Dinámica de Sistemas.

La formación de la Hipótesis Dinámica está apoyada en herramientas de carácter gráfico, las cuales permiten la correcta comunicación de las ideas construidas. Entre ellas se encuentran:

- ✓ Diagrama de Bordes del Modelo.
- ✓ Diagrama de subsistemas.
- ✓ Diagrama Causal.
- ✓ Diagrama de Forrester (o de Flujos y Niveles).

Figura 3. Diagramas empleados en la etapa de Formulación de la Hipótesis Dinámica.

<p>Endógenas PIB. Ventas. Desempleo.</p>	<p>Exógenas Población. Impuestos.</p>	<p>No incluidas Inventarios. Mercado externo.</p>	<p>Describe brevemente las variables relacionadas con el sistema tratado, clasificándolas entre endógenas, exógenas y las excluidas por no ser relevantes para el problema particular de estudio.</p>
<p>Diagrama de bordes</p>			
<p>Diagrama de bordes de la Economía Colombiana. El Mercado Externo está conectado con el Estado y el Sistema de Generación. El Estado y el Sistema de Generación interactúan entre sí y con los Consumidores. Los flujos incluyen dinero (\$) y bienes y servicios (B y S).</p>			<p>Presenta la arquitectura del modelo, mostrando los sistemas más pequeños que hacen parte del que se analiza (subsistemas), además de los sistemas mayores y los externos, así como los distintos flujos que se presentan entre ellos (dinero, materias, bienes, información, entre otros). Este diagrama también presenta información sobre los bordes del sistema, su nivel de desagregación, así como agentes que pueden hacer parte de él; aunque no poseen mucho detalle.</p>
<p>Diagrama de Subsistemas</p>			
<p>Diagrama Causal de Subsistemas. Muestra relaciones causales entre variables como Inversión, Impuestos, Salario, Cons Hogares, Caja Consumidores, Salarios y Rentas Privadas, Deuda, Deuda Privada Acum, Servicio Deuda, Ahorro, y B3. Incluye bucles de retroalimentación B1, B2, B3 y R1.</p>			<p>Los Diagramas Causales son aquellos que presentan las variables relevantes del sistema, así como sus relaciones, permitiendo observar la estructura de realimentación del sistema. Presentan la estructura causal del problema, siendo un resumen claro de la Hipótesis Dinámica planteada.</p>
<p>Diagrama Causal</p>			

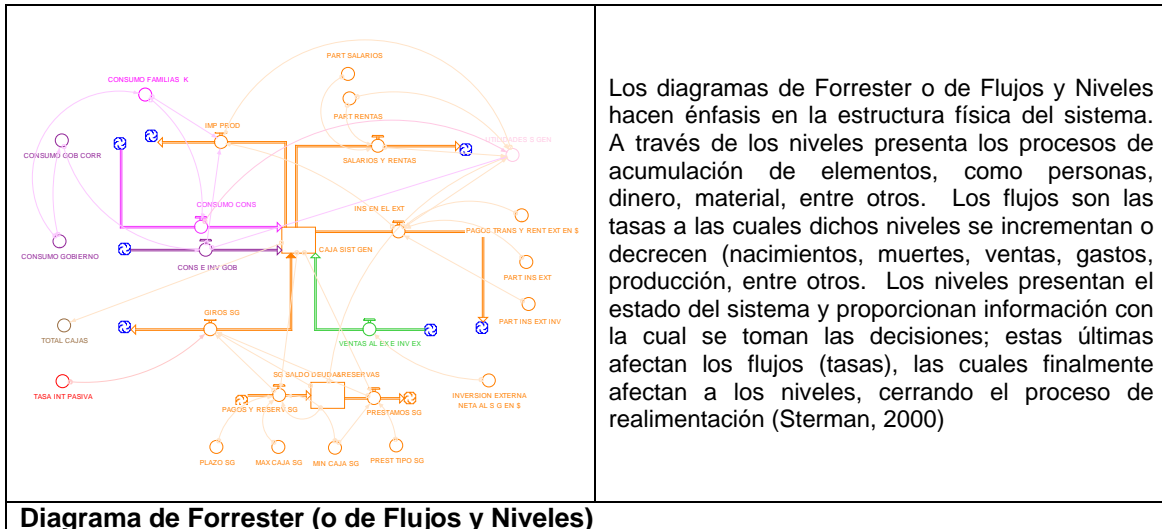


Diagrama de Forrester (o de Flujos y Niveles)

Fuente: Hecho por los autores.

Los diagramas empleados para la formulación de la Hipótesis, presentan claramente los elementos que enmarcan las condiciones del sistema. Nuevamente en esta etapa es necesario considerar qué elementos permitirán la construcción de escenarios, y es importante que se aprecien en cada uno.

4.4 Formulación del Modelo de Simulación para probar la Hipótesis Dinámica

Las dos etapas anteriores le debieron proveer al modelador de información suficiente acerca del problema y del modelo dinámico a construir. En esta etapa se construye dicho modelo, el cual pone a prueba la hipótesis de funcionamiento del sistema y de generación del problema, anteriormente formulada.

Esta es la etapa de formalización del modelo conceptualmente concebido, ello requiere la identificación de las ecuaciones que expresan las relaciones existentes entre las variables; la determinación del estado inicial del sistema y el cálculo de los parámetros (Sterman, 2000). El cálculo del estado inicial y de los parámetros del modelo, así como el ajuste adecuado de las tasas de variación de los niveles, se conoce como el proceso de calibración del modelo. Aquí el objetivo es lograr la simulación adecuada de la realidad o Escenario Real (Delgado, 2002)

El proceso de formalización arroja luces acerca de la coherencia del modelo, pues permite verificar que se ha reproducido la realidad; permitiendo aclarar ambigüedades y contradicciones generadas en la etapa de construcción conceptual. Esta etapa es la que realmente refleja el verdadero entendimiento del problema y del sistema a simular.

4.5 Prueba del Modelo de Simulación para verificar si satisface su propósito.

El proceso de prueba del modelo inicia con la escritura de la primera de las ecuaciones de formalización del modelo (Sterman, 2000), puesto que desde ese mismo instante, el modelo está en constante revisión y cada módulo construido es evaluado.

Parte del proceso de evaluación, implica verificar la capacidad del modelo para replicar el comportamiento histórico del sistema, esto indicaría que las condiciones expresadas en el modelo reproducen la realidad adecuadamente. Pero además, se debe constatar la relación entre las variables que conforman el modelo y los conceptos de la realidad, así como chequear la consistencia dimensional.

El modelo también debe ser evaluado bajo condiciones extremas, las cuales son expresadas como valores de las variables de escenario que nunca serán observadas en el mundo real, por ejemplo PIB cero, cero inflación, tasas de natalidad o mortalidad del 100%, entre otros. Ante estas condiciones, el modelo debe responder sin violar las leyes que enmarcan el problema (ya sean físicas, económicas, lógicas, entre otras).

En pocas palabras, las pruebas bajo condiciones extremas, no son más que enfrentar el modelo ante escenarios con posibilidad de ocurrencia casi nula, y examinar si responde de manera coherente.

4.6 Diseño y Evaluación de Políticas

Para iniciar el proceso de diseño de políticas, es necesario reclasificar las variables de carácter exógeno, en variables de escenario, es decir, que no pueden ser modificadas por el tomador de decisiones (o el cliente en algunos casos), y que enmarcan el entorno en el que está inmerso el sistema; y en variables de decisión, las cuales son aquellas que a pesar de ser exógenas en el modelo, pueden ser susceptibles de cambio por parte del usuario. Son en realidad parámetros.

A partir de las últimas variables (las de decisión), es necesario realizar en el modelo un análisis de sensibilidad. Dicho análisis está encaminado a determinar cuáles variables, ante variaciones suyas, generan un mayor efecto en el modelo y en qué dirección se produce; con el objeto de buscar un mayor apalancamiento a la hora de la toma de decisiones.

Posteriormente, se construyen escenarios de simulación, los cuales permitan evaluar el comportamiento del modelo ante diferentes entornos. Los escenarios se constituyen, entonces, en simulaciones construidas para probar hipótesis o desarrollar estructuras de decisiones, de forma que cuando el decisor enfrente la materialización de uno de dichos futuros, haya desarrollado un proceso de decisión y de acción.

El proceso de construcción de los escenarios se realiza a partir de la metodología norteamericana, en la cual se buscan consensos entre expertos, a partir de factores críticos identificados al inicio del proceso. En dicho proceso se discuten, entre otras cosas, las dinámicas, los agentes que intervienen en el sistema, los procesos de realimentación, y sobre todo, el comportamiento del entorno (Gómez y Dyner, sf).

En los procesos normales de prospectiva, luego de la identificación de dichos factores, se procede a la ponderación de dichos factores, a través de la discusión. En la metodología propuesta en este documento, se plantea que sea el propio modelo el que determine cuáles de los factores tienen un mayor impacto, es decir, el propio modelo y sus simulaciones proponen las ponderaciones de dichos elementos.

El panel de expertos discute y determina el posible comportamiento de las variables identificadas como de construcción de escenarios. Dentro de dicho estudio de futuro, es común el analizar el comportamiento de trayectorias conocidas como, tendencial, optimista y pesimista (Medina y Ortegón, 2006).

Escenario o Trayectoria Tendencial: es un escenario que trata de mostrar qué sucedería si las cosas continúan como lo hacen actualmente. Este escenario implícitamente requiere que se determine cuáles son los factores que harían las cosas continúen igual. En sí, describe un proceso de reforzamiento de las condiciones que se han presentado en el paso cercano y que son culpables del presente.

Escenario o Trayectoria Optimista: es un escenario que puede situarse por encima del Tendencial, pero que no es considerado utópico o irreal. Es un escenario construido a partir de cambios positivos posibles y razonables, además de no caer en exageraciones o en idealismos.

Escenario o Trayectoria Pesimista: consiste en la trayectoria que puede situarse por debajo del Escenario Tendencial, pero sin caer en situaciones caóticas y catastróficas. Es un leve deterioro de las condiciones actuales, todo dentro de una serie de posibles cambios, los cuales sobrepasen la lógica.

Puesto que gran cantidad de los modelos se construyen con la intención de conocer mejor el sistema de estudio, así como de identificar procesos de apalancamiento de decisiones y acciones; es también común que se pruebe un cuarto escenario; un escenario idealista.

Escenario o Trayectoria Idealista o Utópico: es el escenario donde se dan cambios positivos apropiados para generar procesos de refuerzo positivos, comúnmente llamados "círculos virtuosos", los cuales también demandan que se tomen las decisiones que posibiliten esta serie de eventos.

A partir de dichos valores, los cuales corresponden a una determinada trayectoria, el modelo a través de las simulaciones realizadas, identifica la medida de impacto de cada factor, hecho que está plenamente asociado al proceso de análisis de sensibilidad que ya se ha debido realizar.

En las simulaciones construidas con ayuda del modelo, se nutre la discusión de los expertos y validan la concordancia de los resultados obtenidos. Bajo el supuesto que el proceso de modelación ha sido juicioso y exhaustivo en la revisión del problema, y además ha pasado satisfactoriamente las pruebas realizadas en el proceso anterior, los comportamientos presentados por el modelo al incorporarle las trayectorias de simulación, deberían ser coherentes con las respuestas que presentaría el mundo real ante tales condiciones, puesto que se tiene una buena representación de la realidad.

Como conclusión de todo el proceso, surgen políticas que son probadas en los distintos escenarios, dando énfasis a aquellas ante las cuales el modelo presenta mayor sensibilidad, aprovechando las estructuras de realimentación del sistema y tratando de generar sinergias al aplicar políticas integrales de intervención.

A nivel de modelo, la evaluación y diseño de políticas finaliza, pero los tomadores de decisión deben traducir los cambios generados en algunas variables del modelo, en estrategias formales de respuesta de la organización, ante la presencia de eventos futuros. Es decir, se deben diseñar las reglas de decisión ante hechos coyunturales.

4.7 Re-Construcción de los Escenarios de Simulación

En términos de Medina, los escenarios son descripciones narrativas del futuro que focalizan la atención en procesos causales y puntos de decisión (Kahn, 1967). Según Kahn, los escenarios responden a dos preguntas fundamentales: ¿Cómo ocurre, paso a paso, una situación hipotética en el futuro?, y ¿Cuáles alternativas existen para los diferentes actores en cualquier momento de decisión para prevenir, desviar o facilitar un proceso? Un escenario puede definirse así como un conjunto formado por la descripción de una situación futura y de la trayectoria de eventos que permiten pasar de la situación de origen a la situación futura. (Medina)

La Onudi plantea que un escenario es la descripción de una situación que pueda o pudiese presentarse como resultado de una acción o por una dinámica evolutiva en el tiempo. En tal sentido, el vocablo escenario siempre se refiere a algo que puede pasar; bien sea como consecuencia de una decisión o acción que tomemos, o como consecuencia de una tendencia en el tiempo. Onudi

Para Joseph Coates (1996), *un propósito fundamental de los escenarios es crear imágenes holísticas, estructuradas e integradas de como puede desarrollarse el futuro. Esas imágenes a su turno llegan a ser el contexto de planificación, un terreno de pruebas para las ideas o el estímulo para nuevos desarrollos.* Un escenario puede ser usado para describir un estado futuro, y por medio de esto formar la base del police analysis. De otra parte, el escenario puede contar una completa historia que incluye las posibles o probables acciones de política y sus consecuencias. Además de algún estado futuro, los escenarios pueden describir la transición del presente hacia el futuro.

Una diferencia radical con la formulación de escenarios intuitiva es la que plantea Michel Godet. Su enfoque insiste, por el contrario, sobre los métodos matemáticos de elaboración de escenarios, siendo fuertemente influenciado por el cálculo de probabilidades y la investigación operacional que fue propuesto por Godet en sus obras “De la anticipación a la acción” (1994) y el “Manual de Prospectiva Estratégica (1997).

Los métodos “duros” para elaborar escenarios buscan que se tenga una metodología reproducible y que siga una estructura estrictamente lógica y secuencial. Debe estar soportada cuantitativamente, y en estos términos es dependiente de la estructura de datos que se evalúe. Se apoya en modelos esta constreñida por el modelo.

Los métodos “blandos” tienden a generar esquemas de discusión adaptativos para las situaciones que enfrentan, son intuitivos, descriptivos y anárquicos en la metodología, se apoyan en datos solo para consideraciones de contexto y no asumen restricciones.²

En lo fundamental, los escenarios son construcciones analítico—empíricas con características particulares (Hodara, 1984) que producen visiones de la realidad de forma agregada, comprensivas, y holísticas. Esto es soportado en las indagaciones multidisciplinares, bajo el juicio de expertos.

Los escenarios se construyen con base en procesos de aprendizaje, de integración y síntesis. Por esta razón, no existe un método universal para la construcción de escenarios.

Se divide el conocimiento en dos áreas: las cosas sobre las que creemos que sabemos algo y los elementos que consideramos inciertos (Shoemaker, 1995).

Puesto que los escenarios generados son únicamente el comportamiento del entorno que enmarca al sistema, estos son parciales e incompletos, pues deben finalmente ser reescritos, incluyendo los resultados presentados por el modelo, entre otras cosas, porque los procesos de realimentación y los retardos incorporados, pueden llevar a que los comportamientos obtenidos, no sean exactamente los planteados inicialmente.

Finalmente, se escriben las historias finales completas, de cómo serían dichos posibles futuros y de cómo reaccionaría el sistema (los escenarios de simulación incluyendo los resultados y sus análisis e implicaciones).

La propuesta metodológica para la formulación de los escenarios integrada con dinámica de sistemas consiste en integrar la metodología de Peter Schwartz³ al proceso de modelación propuesto por John Sterman,

² **Fuente:** Multiple scenario analysis: Introducing uncertainty into the planning process, Richard Heydinger, Rene Zenener (1983) pp. 63.

³ **La metodología de Schwartz:** 1. Definición de la decisión estratégica a explorar. 2. Identificación de fuerzas claves del medio ambiente global. 3. Identificación de tendencias pesadas en el ambiente global. 4. Jerarquización de los elementos precedentes por orden de importancia según su rol motor y su carácter más o

planteando las hipótesis dinámicas centrales, que en términos de Schwartz son las fuerzas claves y convertirlas en los ejes de formulación de los escenarios.

Esas hipótesis dinámicas deben estar consistentemente explicadas y sustentadas por la literatura académica y deben dar los parámetros necesarios para la formalización de la discusión y la medición de la intensidad de los eventos que determinan que se de o no un escenario determinado.

5 Simulación de escenarios con Dinámica de Sistemas

5.2 Metodología para la simulación

Para entrar a discutir sobre la simulación de sistemas, se debe precisar el concepto común sobre el cual es aplicada la simulación. En este aspecto se hace referencia precisa al concepto universal de sistema como conjunto de elementos relacionados entre si para el logro de mínimo un objetivo en común (Calderon, 1995; Checkland, 1993). Si bien existen intereses diferentes para llevar a cabo estudios sobre los sistemas, pueden sintetizarse éstos en tres aspectos esenciales, el estudio de sistemas para comprenderlos, predecirlos y transformarlos. Sin embargo en muchos casos los sistemas resultan ser altamente complejos de acuerdo con el número de elementos y relaciones constitutivas (O'Connor & McDermott, 1998). En estos casos donde los sistemas son complejos se hace difícil precisar y lograr los intereses sobre los mismos debido a que las herramientas analíticas tradicionales utilizadas en los estudios de sistemas no abarcan en la totalidad los requerimientos de los usuarios del sistema. Con base en lo anterior una herramienta dentro de la investigación de operaciones como es la simulación permite en muchos casos realizar los estudios sobre los sistemas donde el ser humano es limitado en capacidad de procesamiento de información, y donde un análisis analítico de la situación es corta para el planteamiento de soluciones e incluso para la formulación de la misma situación o fenómeno estudiado. Un modelo de simulación puede ser considerado como un conjunto de reglas, por ejemplo ecuaciones, diagramas de flujo, estados de máquinas y autómatas celulares entre otros, los cuales definen el modelo para el sistema inicial y sus cambios en el futuro a partir de su estado presente. Simulación es el proceso de ejecutar el modelo a través de cambios continuos o discretos sobre su estado en la unidad de tiempo. En términos generales para problemas complejos donde la dinámica en el tiempo es importante la simulación es una buena alternativa.

menos incierto. 5. Selección de las lógicas de los escenarios pertinentes. 6. Escritura de los escenarios apoyándose sobre argumentos lógicos. 7. Desarrollo de las implicaciones prácticas del escenario para la toma de decisión. 8. Selección de los indicadores "avanzados" que puedan anticipar la realización de tal o cual escenario.

5.3 Paradigmas en modelamiento y simulación

Los modelos de simulación encontrados en la literatura pueden ser clasificados en cuatro grandes líneas: simulación discreta o basada en eventos (SBE), simulación continua o dinámica de sistemas (DS), simulación basada en agentes (SBA) y la simulación para sistemas dinámicos (SD), las cuales se encuentran en diferentes niveles de abstracción para resolver problemas del mundo real a saber (Borshchv & Filippov, 2005):

En un nivel alto de abstracción se encuentran SBA y DS utilizadas para resolver problemas de sistemas complejos asociados a la planeación estratégica y el aprendizaje sobre mercados, mano de obra, economía y salud, administración de proyectos de investigación y desarrollo, dinámicas poblacionales, ecosistemas, gestión de tecnología y la energía, negociación y cooperación, entre otros, donde la agregación global, la dependencia causal, los ciclos de realimentación, la no linealidad, los retardos de información y material determinan la complejidad del sistema real a modelar, caracterizada por la interacción entre diferentes agentes.

En un nivel intermedio de abstracción la SBE y la SBA permiten llevar las estrategias de planeación y aprendizaje a tácticas y objetivos con los cuales se puedan resolver problemas asociados a cadenas de suministro, transporte y movilidad, centros de llamadas, departamentos de emergencias, tráfico, administración de la calidad, nodos y redes como es el sistema de distribución eléctrica, entre otros.

Un nivel bajo de abstracción o micro nivel se encuentra el modelamiento y la simulación para sistemas dinámicos utilizada para lograr los objetivos estratégicos a través de acciones de control e intervención física sobre los sistemas reales. En este nivel predominan aspectos determinísticos con gran cantidad de detalle y conocimiento sobre objetos individuales y sus características particulares como la velocidad, la distancia, el tiempo, el tamaño, entre otras. Algunas aplicaciones de esto se pueden observar en los modelos de logística de almacenes de cadena considerando almacenamiento, transporte, carga y descarga en operaciones. Esto permite resolver problemas asociados al hardware del computador, almacenamiento, tráfico a pequeña escala – control de automóviles, movimiento peatonal, entre otros. En la Figura 4 se observan las posiciones de los tipos de modelos de simulación dentro de los diferentes niveles de abstracción, notándose claramente la transversalidad de la SBA en todos los niveles de abstracción. Este tipo de simulación es relativamente nueva, desarrollada y utilizada en la academia para el modelamiento y simulación de fenómenos naturales (Borshchv & Filippov, 2005). Además es un tipo de modelamiento y simulación que posibilita la integración con otros tipos.

La dinámica de sistemas fue desarrollada por el ingeniero electricista Jay Forrester en los 1950. La dinámica de sistemas permite el estudio de los ciclos de información característicos de actividades industriales que muestran la estructura de la organización, la amplificación y efecto de las políticas, y retardos de tiempo en la toma de decisiones y ejecución y efecto de las

acciones, las cuales interactúan en los hechos de la empresa (Forrester 1972). El rango de aplicación de la dinámica de sistemas incluye los sistemas de tipo urbano, social, ecológico, energéticos, financieros entre otros. En dinámica de sistemas los procesos del mundo real son representados en términos de niveles de material e información, por ejemplo personas, dinero, conocimiento y flujos entre estos niveles e información que determina el valor de los flujos. Con dinámica de sistemas se realizan abstracciones de eventos y entidades simples concentrándose en el análisis y evaluación de políticas.

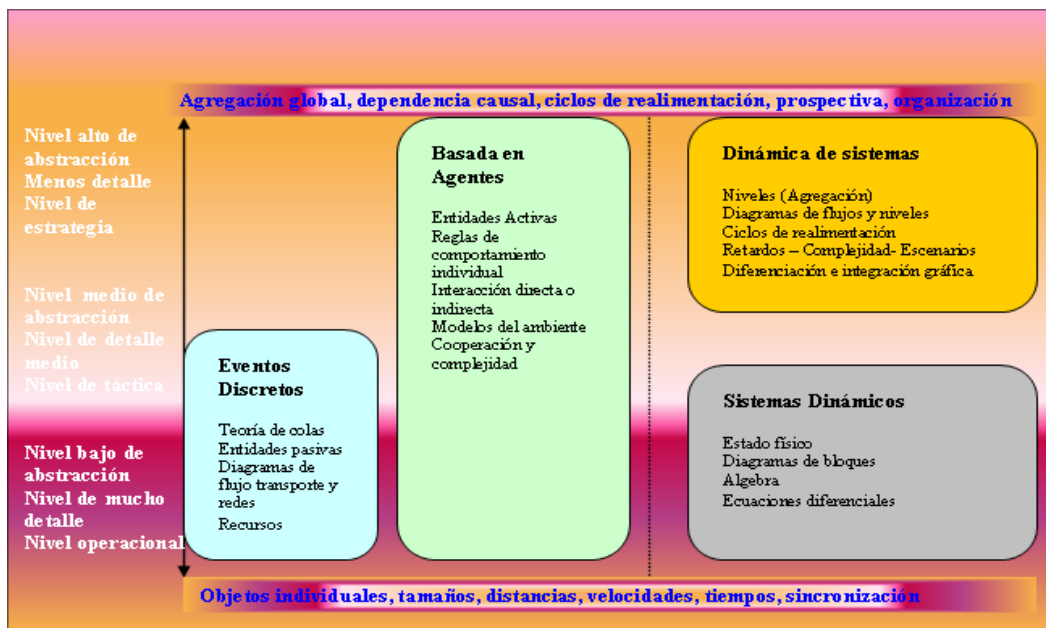


Figura 4 Niveles de abstracción y tipos de simulación. (Borshchv & Filippov, 2005)

Un acercamiento a los problemas modelados con dinámica de sistemas llevan a describir el comportamiento del sistema como resultado de interacciones entre los ciclos de realimentación que define la estructura del sistema, los cuales pueden ser de refuerzo (R1) o de balance (B1 y B2), tal como se observa en la Figura 5.

Un modelo básico de difusión es presentado en la Figura 5 (Sterman, 2000) los consumidores potenciales llegan hacer consumidores por medio de una tasa de adopción, la cual depende de la publicidad masiva y la publicidad persona a persona. El impacto de la publicidad es modelado con una constante, porcentaje de los consumidores potenciales, convirtiéndolos en consumidores por unidad de tiempo. Para la publicidad persona a persona se asume una tasa de contacto por unidad de tiempo (100) modificado por una fracción de adopción (0.015) en términos de los consumidores potenciales y los actuales

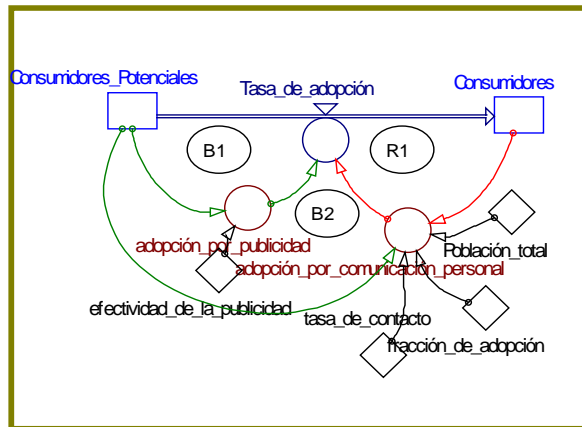


Figura 5 Modelo de difusión en DS

5.4 ¿Cuándo usar dinámica de sistemas?

Es frecuente encontrar organizaciones sociales dentro de las cuales se desea introducir reformas sin que se conozcan sus posibles efectos. En el diseño de políticas y en general, en la planificación, se requiere de instrumentos que permitan analizar alternativas para el proceso de toma de decisiones y sus efectos sobre la organización y su entorno en el corto, mediano y largo plazo.

Por otro lado, los grandes agregados en ocasiones muestran, durante largos periodos de tiempo, comportamientos que pueden aproximarse a funciones continuas simples, como son las variables población, cantidad de recursos y acumulación de capitales, las cuales serán utilizadas en este caso de estudio. Además, las funciones lineales o exponenciales pueden ser adecuadas para su representación debido a la forma de la curva que describe su comportamiento. Finalmente la ciclicidad juega un papel importante en la representación de sistemas socioeconómicos. Expresiones como “la historia siempre se repite” y “los ciclos de la economía” conducen de manera natural a la utilización de modelos continuos en el tiempo en lugar de procesos estocásticos. Además la construcción de escenarios basados en hipótesis de información deficiente, facilitando la integración de juicios que conduzcan a superar algunos problemas de disponibilidad de datos.

5.5 ¿CUÁNDO USAR SIMULACIÓN BASADA EN EVENTOS DISCRETOS?

Los métodos de Montecarlo y las técnicas de simulación de eventos discretos han sido usados por siglos, pero sólo se conocen evidencias explícitas de su utilización desde mediados del siglo XIX. Ellos se fundamentan en métodos de muestreo experimental de variables aleatorias o de procesos estocásticos para efectuar tantas indagaciones matemáticas o de otra índole, como la simulación de sistemas muy diversos. Aún así, el avance sistemático de los métodos de Montecarlo y de la simulación discreta se remonta a la segunda guerra mundial, y es entonces cuando se adopta el nombre de Método de Montecarlo por la referencia a los juegos de azar y en particular por aquellos que se juegan en los Casinos. Particularmente, Von Newman y Ulam desarrollaron métodos de reducción de la varianza, a través de mecanismos de simulación, en sus

investigaciones relacionadas con la bomba atómica. Estos métodos fueron posteriormente generalizados por Harris y Kahn en 1948 (Naylor, 1971).

En variedad de circunstancias se ha encontrado que la mejor manera para llevar a cabo estos estudios e investigaciones es a través de la simulación (Naylor, 1971). Ahora bien, cuando el interés primordial radica en conocer las condiciones de operación, bajo condiciones estocásticas, emerge claramente la posibilidad de utilizar la simulación de eventos discretos. Es importante señalar que la simulación discreta, a pesar de ser reconocida como una aproximación útil en una gama amplia de circunstancias, ha sido relegada por su desconocimiento y por el tiempo que puede tardar en desarrollar experiencia y conocimiento.

La simulación de eventos discretos requiere frecuentemente la utilización de variables estocásticas, por ejemplo las llegadas a la cola de un banco, el tiempo de servicio en una actividad comercial o la atención en una central telefónica. Para hacer simulaciones con este tipo de variables se hace uso de los números aleatorios para obtener muestras de variables aleatorias estocásticas que determinan el comportamiento del sistema. A continuación se ilustra un modelo simple estocástico y dinámico (Dyner *et al*, 2004). Considérese la cola de vehículos en una estación de servicio Figura 6, la cual cuenta con un sólo servidor. El tiempo entre llegadas de los clientes está dado por una variable aleatoria con parámetro λ , y la duración del servicio está dada por otra variable aleatoria con parámetro μ . La forma de atención es FIFO (First In First Out - Primero en llegar, primero en ser atendido).

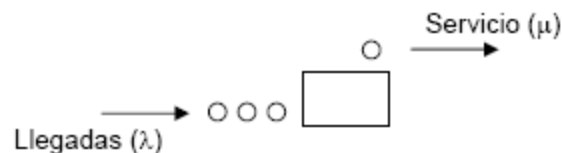


Figura 6. Sistema de colas

5.6 ¿Cuándo usar simulación basada en agentes?

Un agente es una entidad computacional autónoma y dinámica, que actúa de manera racional e intencional para realizar una función específica dentro de un sistema. Sus principales características son: comunicación, cooperación, percepción, compromiso, inteligencia, intencionalidad y adaptabilidad (Pérez, 2000). Un sistema multiagente (SMA) está formado por un conjunto de agentes agrupados de acuerdo a sus características que interactúan entre sí para el cumplimiento de un propósito específico. Las principales características de un SMA son: cooperación, coordinación, negociación y control (Iglesias, 99). Los sistemas multiagente hacen parte de una nueva área de la inteligencia artificial llamada: inteligencia artificial distribuida. Este tipo de sistemas se pueden concebir como sistemas computacionales en los cuales, varios agentes semiautónomos interactúan entre si para colaborar en la solución de un conjunto de problemas o en la consecución de una serie de objetivos

individuales o colectivos (García, 1996). Los sistemas multiagentes, al igual que otros paradigmas y técnicas de la inteligencia artificial, se han venido integrando y utilizando para plantear soluciones a problemas, en diferentes áreas, como por ejemplo en los negocios, la educación, la medicina, la naturaleza y lo social etc (Pérez *et al*, 2004; Moreno, 2007).

Con base en las definiciones anteriores y de acuerdo con el planteamiento de Ortiz *et al* (2004) bajo el esquema de la SBA un sistema es modelado como una colección de entidades autónomas, llamadas agentes, que evalúan su situación y toman decisiones en base a los atributos y reglas que se les asigna. SBA es un paradigma de modelización que ha sido recientemente usado para describir fenómenos sociales (Borshchev y Filippov, 2004). Los modelos para la SBA están compuestos por tres elementos principales: los agentes, el entorno y las reglas. Los agentes son las personas o entidades de las sociedades artificiales (programas de computadores). El entorno es el medio o espacio abstracto sobre el cual los agentes interactúan, y las reglas son pautas de comportamiento para los agentes y para el entorno, que pueden ser de tipo: agente-entorno, entorno-entorno y/o agente-agente (Epstein y Axtell, 1996).

El supuesto clave que maneja este paradigma es que el comportamiento global del sistema resulta de las interacciones locales de los agentes y, por tanto, no existe un control global del sistema, aún que puedan especificarse agentes administradores del sistema, los cuales ejercen control sobre el mismo. Según Bonabeau (2002) y las conclusiones del Workshop de Agents Based Modeling: Why bother? de la International Conference of the System Dynamics Society, Boston 2005 las ventajas y desventajas de este paradigma se pueden resumir en:

5.6.1 Ventajas

Proporciona una descripción natural del sistema, es decir, se representan los sistemas como un conjunto de entidades que realizan actividades en función de sus características y para el logro de objetivos comunes. La SBA permite describir y simular un sistema por eventos, resulta más natural y cercano a la realidad, que describir un sistema por procesos.

Incorpora heterogeneidad y discontinuidad en los agentes, es decir que permite definir agentes con diferentes características que, además, podrían ser modificadas en el tiempo por la ocurrencia de un evento.

Captura el fenómeno emergente: SBA captura el fenómeno emergente porque permite definir reglas de comportamiento según las cuales los agentes interactúan para generar el comportamiento global del sistema. Esta ventaja hace que mediante SBA se puedan tratar comportamientos individuales más complejos como el aprendizaje o la adaptación posibilitando la integración de técnica y herramientas de la inteligencia artificial.

Flexibilidad: La flexibilidad en SBA se denota por la posibilidad de definir reglas o eventos que pueden modificar los patrones de comportamiento en el tiempo.

Espacio: SBA permite crear un espacio abstracto donde los agentes interactúan en función de la distancia. Facilita así la formación de clusters o grupos de agentes.

5.6.2 Desventajas

Falta de representación de los bucles realimentados: A diferencia de la DS, la SBA no maneja el concepto de bucle realimentado, a no ser que este paradigma integre el de DS por ejemplo a través de la especificación de las reglas y la comunicación entre los agentes, la cual puede ser bidireccional y es allí donde precisamente se ve el ciclo de realimentación entre agentes.

Perdida de control del sistema: Si bien esta característica resulta ser una ventaja por la posibilidad de trabajar el concepto de emergencia, resulta ser una desventaja por la dificultad que implica para determinar la causa de algunos comportamientos.

Sin embargo existe una gran limitante y es el desconocimiento y capacidad de implementación de un paradigma actualmente en desarrollo y por lo cual se dificulta la representación de comportamientos complejos, que es precisamente la esencia del paradigma propiamente dicho.

Siguiendo la metodología para desarrollo de este tipo de modelos propuesta por Forrester en (1994).

5.7 Metodología dinámica de sistemas (Forrester, 1994)

- Descripción del sistema utilizando diagramas de causalidad y efecto para una mayor comprensión de la situación problema.
- Definición de un diagrama de flujos y niveles donde las relaciones entre las variables están totalmente especificadas por ecuaciones o gráficas.
- Simulación del modelo para aprender sobre el sistema y el problema.
- Diseño de políticas con la variación de parámetros y cambios estructurales si es del caso.
- Validación del modelo con la realización de pruebas y discusión con expertos sobre los resultados obtenidos y sugerencias para mejoras en la representación del sistema y el problema analizado.
- Implementación de los cambios sugeridos

5.8 Los Estudios de Futuro y la Dinámica de Sistemas

La dinámica de sistemas como herramienta para la simulación de sistemas y soporte a la toma de decisiones organizacionales permite representar el comportamiento futuro del sistema frente a las políticas y decisiones del presente.

Los futuros han sido estudiados por diferentes escuelas y de diferentes disciplinas, integrándose en el concepto de prospectiva para Latinoamérica.

El proceso de prospectiva, para observar el futuro, ha evolucionado en el tiempo, pasando de una concepción divina del mismo, hacia una construcción desde el presente de éste.

La dinámica de sistemas dentro del proceso de prospectiva tiene varias aplicaciones. Inicialmente los diagramas de causalidad permite comprender el funcionamiento de la dinámica del sistema a partir del planteamiento entre las causas y efectos entre variables relevantes que definen la estructura del sistema. Dicha estructura determina un comportamiento futuro del sistema, por ejemplo frente a la intervención de políticas organizacionales. Un segundo punto de aplicación de la dinámica de sistemas dentro del proceso prospectivo es en la construcción de escenarios, simulación de estos y análisis de resultados de dichos escenarios para el sistema definido.

Las técnicas de Prospectiva permiten la construcción de escenarios probables de futuro con visión local, regional y global y si a los escenarios se le adiciona simuladores de Dinámica de Sistémicas, esta combinación facilitaría el aprendizaje en equipo (obtener la Visión Compartida y/o similar Imagen de Futuro) y entender cuales serían los puntos de apalancamiento, donde con un reducido esfuerzo se pudiese obtener grandes resultados

Paralelamente, a las técnicas de prospectiva se trabaja con las principales variables y su estructura, las mismas que se convierten en lenguaje de Stocks y Flujos (dinámica de sistemas) y estas son introducidas con sus respectivas ecuaciones, creando "Simuladores" y de esta manera probar bajo distintos escenarios, las políticas y estrategias que se plantean, tratando de reducir así la mayor cantidad de "supuestas opiniones" sobre los efectos, sociales y económicos de las decisiones políticas.

6 Aplicación del método de prospectiva con dinámica de sistemas propuesto. *Micromundo para la planeación de políticas de intervención social para aumentar el desarrollo humano y la calidad de vida en los barrios de la ciudad de medellín (2007)*

A continuación se presenta un ejemplo de la aplicación de los elementos de la propuesta metodológica de prospectiva a partir de la Modelación con Dinámica de Sistemas. Este ejemplo hace parte de una investigación realizada por la Fundación ECSIM con la Dirección de Planeación de la Alcaldía de Medellín. El objetivo fue la construcción de una herramienta para la toma de decisiones, a partir de la dinámica de sistemas, que permitiera evaluar políticas de intervención social, para mejorar las condiciones de vida de las familias de Medellín, así como el indicador de desarrollo humano (IDH).

6.2 Definición del Problema

El municipio de Medellín ha desarrollado diversos proyectos de investigación para la determinación de políticas de intervención social, con la intención de mejorar las condiciones de la ciudad. Entre ellos, se cuenta un proyecto dirigido a la generación de referentes de ciudad hacia el 2020, que le permitan planificar coordinadamente múltiples aspectos críticos como educación, salud, medio ambiente, movilidad, desarrollo territorial, convivencia, seguridad, desarrollo empresarial, ciencia y tecnología, entre otros, para encausar las estrategias comunes de crecimiento y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos.

Pero cuando se desea determinar los resultados de las políticas, se presenta la dificultad de poder medir o de poder comparar permanentemente los resultados obtenidos. Para dar respuesta a estas necesidades se desarrollaron el IDH o Índice de Desarrollo Humano, y o Índice de Calidad de Vida. Estos son indicadores muy importantes en la planeación de los referentes de ciudad.

Por ello en este proyecto se analizó, cuantificó y simuló de forma explícita los mecanismos de respuesta de la sociedad de Medellín en términos del IDH e y de la calidad de vida y sus variaciones bajo diferentes escenarios socioculturales y económicos establecidos. La sociedad en este caso no puede asumirse como una unidad homogénea, sino que por el contrario, debe trabajarse a los niveles más detallados posibles como barrios, familias o individuos, quienes en conjunto representarán las tendencias de respuesta a los escenarios y quienes definirán de manera dinámica sus niveles de calidad de vida y metas deseadas.

Recientes estudios⁴ han permitido identificar las principales causas de muerte por barrios en la ciudad de Medellín, información fundamental para delinear políticas de salud públicas particulares por barrio y mejorar la eficacia de las intervenciones y su seguimiento, evaluación y control. Estos estudios generaron también metodologías de diseño de políticas públicas de intervención en salud y de priorización de cuáles de los problemas de salud ameritan intervención pública con miras a mejorar los índices de calidad de vida. Pero nuevamente surge un inconveniente, puesto que las intervenciones de política, cuando se aplican de manera homogénea, no generan todo el impacto que se desea. Por ello es necesario generar estrategias que permitan maximizar el efecto sobre la población, es decir, que cada individuo reciba la atención requerida.

Otro aspecto que no permite que se obtengan los resultados esperados a la hora de intervenir poblaciones, es que las condiciones del entorno de los individuos y las familias. Por ejemplo en el caso de políticas de educación encaminadas a garantizar que los niños puedan estudiar, se les instala una escuela cerca y se les garantiza el cupo. Ellos asisten los primeros días, pero luego de un tiempo, por falta de dinero para el transporte; o por enfermedad por

⁴ Facultad Nacional de Salud Pública, Universidad de Antioquia. Diseño de una metodología para la implementación de políticas sociales en los barrios de Medellín con énfasis en salud.

falta de acceso y atención a salud, y buena nutrición; o por la situación tan grave, el niño debe faltar por trabajar para ayudar con los ingresos del hogar.

Una posible solución, sería el diseñar estrategias de intervención integral de la población, puesto que eso permite disminuir la incidencia de otros factores que son distractores del individuo y atenuadores o bloqueadores de la ayuda.

Por otro lado, la Encuesta de Calidad de Vida⁵ ha permitido concluir sobre diferentes aspectos de las condiciones de vida, la estructura de ingresos y sociocultural de las familias y los individuos, permitiendo crear relaciones directas entre las enfermedades y causas de muerte y sus escenarios familiares, socioculturales y económicos actuales por barrio.

Lo anterior sugiere que se tienen hoy elementos adecuados para entender las complejas relaciones entre los escenarios generales de referentes de ciudad y la calidad de vida de cada ciudadano entendiendo a los ciudadanos como actores inscritos en una ciudad, un barrio y una estructura familiar particular. Dicho entendimiento puede ser aproximado a través de la formulación y simulación de diferentes dinámicas de movilidad social, principalmente la movilidad familiar, dentro de las estructuras socioeconómicas de la ciudad y asociado a ello el impacto que sobre esa unidad familiar tienen los cambios (mejoramiento o no) de las condiciones que determinan la calidad de vida de sus integrantes.

Se propone entonces, la construcción de una herramienta en dinámica de sistemas tipo Micromundo. La dinámica de sistemas permite hacer una representación de un sistema, en este caso social, e involucrar todos los mecanismos de respuesta de dicho sistema a escenarios de intervención externa, sus complejas retroalimentaciones internas y su respuesta en términos de reconfiguración social. El Micromundo por estar soportado en un modelo dinámico permite observar las retroalimentaciones propias de los sistemas sociales y en muchos casos observar anticipadamente comportamientos inesperados por los analistas. La construcción de un Micromundo exige entonces un conocimiento avanzado sobre el sistema y es la forma de comunicar, clarificar, debatir y sintetizar ese conocimiento para el entendimiento de las consecuencias de posibles intervenciones futuras.

El Micromundo entonces es un modelo guiado a simular la movilidad social de las familias de Medellín dentro de sus contextos barriales, socioculturales y económicos propios y sus respuestas particulares y en el horizonte de simulación, en términos de calidad de vida, esperanza de vida, longevidad y por ende en sus características de acceso a la educación, participación y en general el nivel de vida digno⁶

Este Micromundo representaría para Medellín una herramienta de última generación para el apoyo a la toma de decisiones en intervenciones sociales y

⁵ La Encuesta de Calidad de Vida Medellín 2004 (ECV 2004), fue realizada por el Centro de Estudios de Opinión de la Universidad de Antioquia bajo contratación del Municipio de Medellín.

⁶ PNUD. Informe Sobre el Desarrollo Humano. Indicadores de Desarrollo Humano, p 127. Ediciones Mundi-Prensa. Mexico DF. 2004

políticas de mejoramiento de la calidad de vida y al aumento de la esperanza de vida de la población, principalmente porque el esquema general está guiado desde la familia y hacia la sociedad. En este sentido, la herramienta es integral puesto que considera los referentes macro de la ciudad, y es desagregada porque permite un análisis desde las unidades que componen y dinamizan el sistema, las familias.

6.3 Hipótesis Dinámica

El desarrollo humano debe abarcarse desde una perspectiva sistémica e integral, como un todo compuesto por muchas y complejas partes. Es necesario entender y hacer entender a la sociedad que la colaboración entre la ampliación de las capacidades humanas y el crecimiento económico tiene que ser estrecha, ya que este último se convierte en un factor indispensable para que las familias tengan acceso a los medios que permitan la adquisición y el fortalecimiento de sus capacidades, generando procesos cibernéticos virtuosos de generación de bienestar (Gómez, 2005). Entendiendo que lo que realmente interesa no es sólo la generación de bienestar por parte de las familias, sino la transferencia de ese bienestar a las generaciones futuras.

Se puede afirmar que no existe ninguna dicotomía entre el fortalecimiento de las capacidades humanas y la expansión del ingreso mediante el capital humano. Todo lo contrario, la integración de ambos puede llevar a la generación de círculos virtuosos que vayan de lo social a lo económico y de lo económico a lo social, reproduciendo el desarrollo desde la unidad central de análisis que es la familia.

“(...) cuando se apuesta por políticas sociales que significan depositar en las personas un conjunto de capacidades que mejoran sus condiciones de vida al mismo tiempo que sus habilidades y destrezas laborales, lo que se está haciendo es crear las condiciones para que cada individuo pueda realizar por largo tiempo una vida laboral creativa, y enriquecedora para él, para su familia y para el conjunto de su sociedad”. (Yañez, 2001).

A manera de ejemplo, el Informe de Desarrollo Mundial 2006, del Banco Mundial, enfatiza en las condiciones iniciales de la niñez para lograr niveles adecuados de educación, rendimiento escolar, salud y alimentación. Coincide en señalar que estas variables están asociadas a las condiciones de las familias, como formación del padre y de la madre, del ingreso de los padres, del tipo de actividad. Es decir, las dinámicas familiares tienen un poderoso efecto de reproducción de las condiciones de pobreza, y la intervención parcial de alguno de los elementos objeto de políticas sociales termina no solo siendo poco eficiente, sino además, incapaz de resolver una situación de “trampa de pobreza”, en los términos que lo definen Walton (Walton *et al*, 2006).

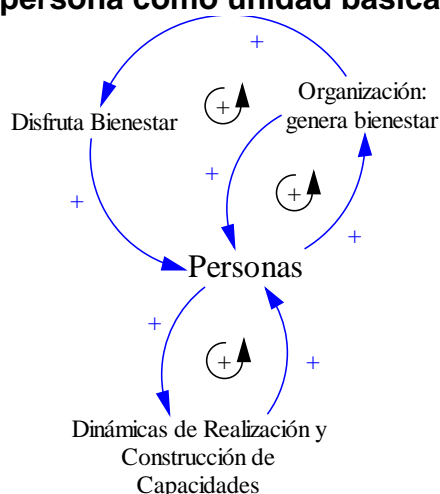
Para analizar el núcleo central de la sociedad se debe definir el rol de la familia, y partiendo desde la perspectiva de Amartya Sen (Sen, 1998)

complementándola con las visiones de Max Neef (Max Neef, 1991) y las de la aproximación del desarrollo sistémico, una familia es desarrollada cuando tiene libertad para elegir, construir, crecer y cuenta con los recursos necesarios para hacerlo. Es decir puede alimentarse, educarse, proveerse de salud y optar por los caminos de realización que le hagan plena su existencia, o sea, es una familia autónoma y libre que es capaz de proveerse de bienes y servicios y de brindarse a la sociedad.

En este sentido, las políticas para salir de la pobreza no deben ser entendidas desde la sobreprotección del estado ya que esto limita las potencialidades del individuo como señala Sen (1998) "la carencia de capacidades y derechos debida al contexto económico y sociopolítico de la sociedad, que termina perpetuando las desigualdades de las personas al impedirles la plena potenciación de sus capacidades". Asimismo, Max-Neef y Elizalde (1989) señalan que si se desea desarrollar a las personas (que abandonen su situación de pobreza, en definitiva) hay que promocionar (o no interferir) los mecanismos endógenos de su particularidad.

La persona (Figura 7) es un ser social que esta interactuando en un sistema social donde tiene dinámicas de interacción y construcción de capacidad y si este es el espacio donde la persona se realiza socialmente según Max-Neeff "la persona que se realiza bajo el trabajo" (Max Neef, 1991)

Figura 7. La persona como unidad básica del bienestar



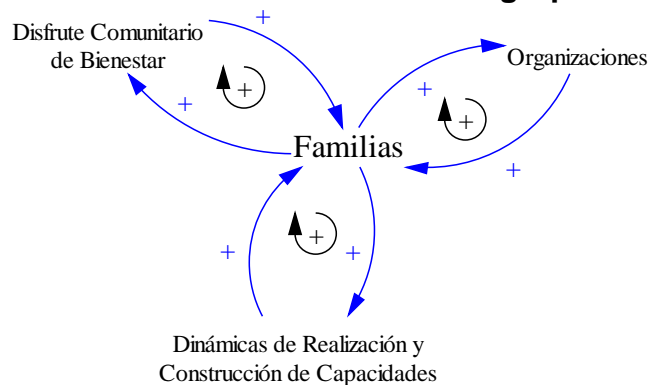
Fuente: ECSIM

Cuando este núcleo se amplía y complejiza, y se caracteriza a nivel de comunidad, se evidencia algo diferente y es que hay un bloque familiar, donde hay niños dependientes y otros miembros de familia. De esta manera, no es sólo la realización del individuo si no es toda la familia la que se realiza.

La organización termina vinculando a familias a la generación de bienestar, de ahí la necesidad de caracterizar esas organizaciones y esos espacios de convivencia. Cuando se complejiza más este esquema y cuando se actúa sobre un conjunto de familias, describiendo ya a una sociedad. Esos núcleos

familiares son de múltiples tipos de acuerdo con su formación, ingreso, estructura, perfil ético-cultural y están integrados a la generación de bienestar a través de múltiples tipos de organizaciones (Figura 8)

Figura 8. Dinámicas de bienestar de un grupo de familias



Fuente: ECSIM

Las sociedades subdesarrolladas se encuentran con organizaciones y sistemas productivos más simples, desarrollan menos bienes y servicios, hay más familias con educación incompleta y por lo tanto con capacidades insuficientes. Esto finalmente, caracteriza un sistema social. En este nivel de discusión, aparecen instituciones, aparece un sistema o bolsa de intercambio y el sistema de generación de bienestar. Los esquemas de intercambio de bienes son operados por agentes que toman decisiones: familias y empresas.

Una familia en la que los padres tengan una mayor nivel de formación, tendrán un marco de aspiraciones, posibilidades y capacidades mayor lo que les permitirá acceder a mejores tipos de ocupación.

Una condición de generación e ingresos mayor, que por medio de mejores empleos o como empresarios, le da a las familias un marco de posibilidades de acceso mayores a educación, salud, alimentación y bienestar. Un elemento central en este proceso, es que a su vez las familias tendrán la posibilidad de invertir más en la formación de los mismos padres o de sus hijos, lo que desata un proceso de dinámicas virtuosas de expansión para quienes logran insertarse en ese proceso, o de forma contraria, se convierte en una dinámica degradativa en términos de dinámica de sistemas, o círculo vicioso de pobreza en términos sociológicos, o en lo que se denomina en una “trampa de pobreza” (Walton, 2006).

La pobreza, el nivel de desarrollo humano, o un indicador de calidad de vida, son medidores del estado de la sociedad, pero ese estado se evidencia precisamente en las propias familias. De cierta forma, las familias llevan implícitas las dinámicas que conducirán a que la pobreza se reproduzca o a que pueda superarse.

El análisis de componentes principales (ACP), es una técnica de reducción de datos, cuyo objetivo central es construir combinaciones lineales o componentes

principales de las variables originales que contengan una buena parte de la variabilidad total original. Las combinaciones lineales deben ser no correlacionadas entre sí, y cada una debe contener la máxima porción de variabilidad total respecto a las subsiguientes componentes (Díaz, 2002).

Por lo tanto, el ACP convierte o transforma el conjunto de variables originales en un conjunto más pequeño de factores (Norman y Streiner, 1996) o variables las cuales son combinaciones lineales de las primeras, que contienen la mayor parte de la variabilidad presente en el conjunto de datos inicial; y tiene como objetivos (Díaz, 2002):

- Generar nuevas variables que expresen la información contenida en un conjunto de datos.
- Reducir la dimensión del espacio donde están inscritos los datos.
- Eliminar, si es posible, las variables que aporte poco al estudio del problema.
- Facilitar la interpretación de la información contenida en los datos.

Se realizó, entonces, el análisis de componentes principales en el cual se incluyeron los 21848 hogares identificados en la Encuesta de Calidad de Vida de Medellín (2004), según los aspectos antes mencionados, 16 variables cualitativas y 12 variables cuantitativas, con el cual se determinaron diez factores que recogen en total el 60,9% de la variabilidad o de la información proporcionada por todas las variables definidas previamente para caracterizar los hogares de la ciudad de Medellín (Ver la Tabla 2).

Tabla 2. Factores que explican la variabilidad de las variables

FACTORES	% EXPLICACIÓN
Personas mayores de 12 años trabajando Niños menores de 6 años Personas con seguridad social Total de miembros del hogar	10,6%
Estrato socioeconómico de la vivienda Electrodomésticos del hogar	8,3%
Ingresos familiares mensuales ingreso per cápita	7,0%
Afiliación al sistema de pensiones Afiliación a Riesgos profesionales	6,3%
Lugar de residencia anterior Haber vivido toda la vida en Medellín	5,7%
El jefe de hogar sabe leer y escribir más de un párrafo Personas analfabetas en el hogar	5,0%
Sexo del jefe de hogar Actividad habitual del jefe de hogar durante el último mes	4,9%
Escolaridad del cónyuge del jefe de hogar Tipo de vivienda en la que reside la familia	4,5%
Edad del jefe de hogar	4,4%
Niños de 6 a 12 años que no asisten al colegio Medio de suministro de agua para consumo humano	4,2%

Fuente: ECSIM

Se realizó entonces, el análisis de cluster en el cual se incluyeron los 21848 hogares identificados en la ECV, según los aspectos antes mencionados, 16 variables cualitativas y 12 variables cuantitativas, y se determinaron siete

cluster o tipos de familia. Las tipologías que menos hogares agruparon fueron la 4 y 3 que describieron, cada una, alrededor del 7% de los hogares, y la tipología que más hogares agrupó fue la 6 con el 23% de los hogares. Es de anotar, que 6916 hogares fueron excluidos del análisis dado que presentaban información incompleta o faltante en algunas de las variables de análisis; por lo tanto, se utilizó la información de los 14932 hogares restantes.

Finalmente, cada cluster se convirtió en una submuestra de hogares, en los cuales se realizó nuevamente el análisis de cluster con el fin de terminar subtipologías al interior de cada grupo. Esto, debido a que algunas de las tipologías encontradas, mostraban un espacio de familias muy amplio con variables que podían tener un alto componente de variabilidad dentro de una misma clase. Las subtipologías encontradas se presentan con los nombres de tipología 1-1, indicando la subtipología 1 de la tipología 1. Es de anotar que en las tipologías 3, 4 y 5 no se encontraron subtipologías, quedando al final trece tipos de familia que caracterizan los hogares de la ciudad de Medellín (Ver Tabla 3)

Tabla 3 Distribución porcentual de los hogares según tipologías y subtipologías de familia o cluster

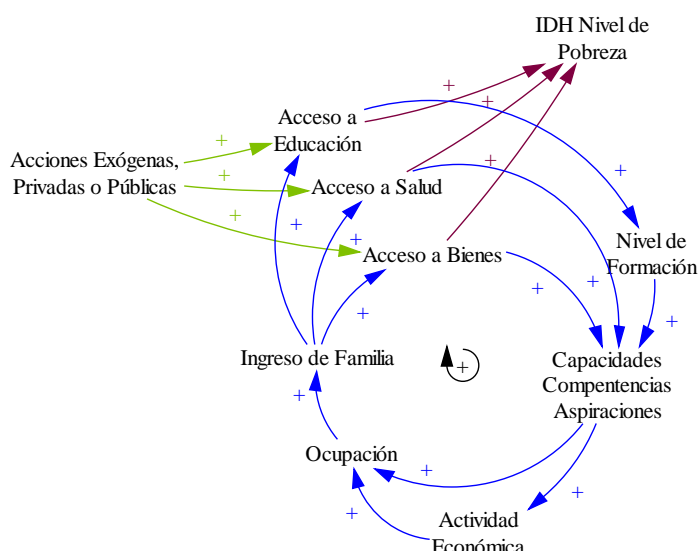
Tipologías de familia	Subtipologías de familia	Número de hogares	Porcentaje de hogares
1	1-1. Abuelas Pobres	1.238	8,3%
	1-2. Abuelas Indigentes	826	5,5%
	Subtotal tipo 1	2.064	13,8%
2	2-1. Madres luchadoras	1.112	7,4%
	2-2. Madres agobiadas	1.845	12,4%
	Subtotal tipo 2	2.957	19,8%
3	3. Madres del Hambre	1.053	7,1%
4	4. Hombre Emprendedor	1.152	7,8%
5	5. Los Empleados	2.363	15,8%
6	6-1. Los Independientes	1.229	8,2%
	6-2. Varados con hambre	675	4,5%
	6-3. Los Informales	1.537	10,3%
	Subtotal tipo 6	3.441	23,0%
7	7-1. Los Bien Pensionados	667	4,4%
	7-2. Abuelos pobres	756	5,1%
	7-3. Abuelos Indigentes	479	3,2%
	Subtotal tipo 7	1.902	12,7%
Hogares incluidos		14.932	100,0%
Hogares excluidos		6.916	-
Total hogares		21.848	-

Fuente: Base de datos Encuesta Calidad de Vida, Municipio de Medellín, 2004.

Las familias obtienen un ingreso fruto, entre otras cosas, del trabajo realizado por sus miembros, de las capacidades y competencias construidas por los miembros, así como del nivel de aspiraciones. Las capacidades y competencias están determinadas por el nivel de educación alcanzado y el nivel de salud de los miembros. Las aspiraciones dependen también de estas variables, más del acceso a bienes y servicios. El ingreso de la familia también influye su acceso a educación, salud y, bienes y servicios. Este acceso a educación determinará el futuro del nivel de formación.

A partir de los accesos a educación, salud, bienes y servicios, es posible identificar el nivel de desarrollo humano de las familias, a través del cálculo del IDH. Además, dicho nivel puede ser alterado por la intervención a partir de políticas públicas encaminadas a facilitar o propiciar dichos accesos. La Figura 9 ilustra lo anterior y determina el diagrama causal del modelo

Figura 9. Diagrama Causal - Hipótesis Dinámica Inicial del Modelo de Dinámicas Familiares



Fuente: ECSIM y Alcaldía de Medellín (2007)

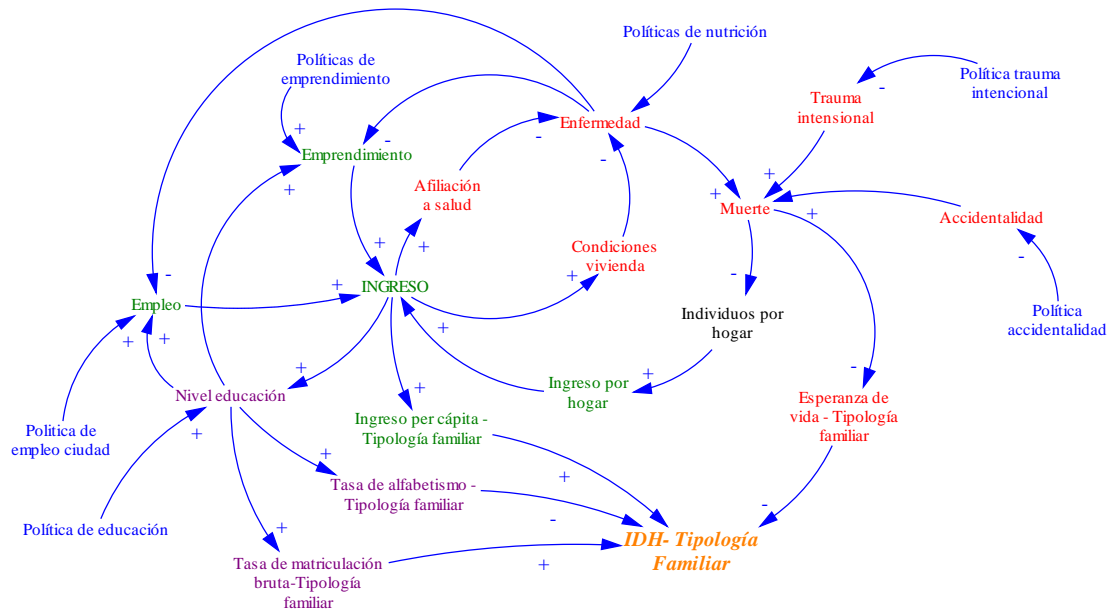
Figura 10. Diagrama de Bordes - Hipótesis Dinámica Inicial del Modelo de Dinámicas Familiares

ENDÓGENOS	EXÓGENOS	NO INCLUIDAS
Aborto. Consumo de las Familia. Ingresos de la Familia. Endeudamiento de la Familia. Compra de bienes durables. Adquisición de vivienda. Ahorro de la Familia. Remuneración al empleo. Pensión por edad. Adquisición de experiencia. Ingreso al sistema educativo.	Crecimiento Población. Dinámicas empresariales o sectoriales. Procesos inflacionarios. Procesos de selección de personal. Especialización y calificación de empleos. Perfiles de educación ofertados. Dinámicas de accidentalidad	Calidad de la Educación. Mercado de vivienda. Calidad de los servicios de salud. Tipo de oferta educativa (privada o pública). Dinámicas monetarias. Regulación financiera y mercantil. Mercado de bienes y servicios y su asignación de precios.

Gasto de Educación Causas enfermedad y muerte. Estado de salud. Nutrición. Afiliación al sistema de salud. Causas de muerte.	en la ciudad. Dinámicas de violencia en la ciudad.	
--	--	--

Fuente: ECSIM y Alcaldía de Medellín (2007)

Figura 11. Diagrama Causal – Hipótesis Final Resumida del Modelo Dinámico de Familias



Fuente: ECSIM y Alcaldía de Medellín (2007).

Las variables se han diferenciado por colores para marcar a qué módulos pertenece. Las variables verdes hacen parte del módulo de Economía Familiar (incluyendo las fuentes de ingresos), las de color rojo son las correspondientes al módulo de Salud, las de color morado son variables de Educación, la variable de color negra es parte del módulo de Conformación Familiar, las variables de color azul hacen referencia a las intervenciones de Política Pública, y la variable de naranja hace referencia al IDH. Hay que recordar que este diagrama resume las dinámicas del modelo, por lo cual algunas variables no se aprecian.

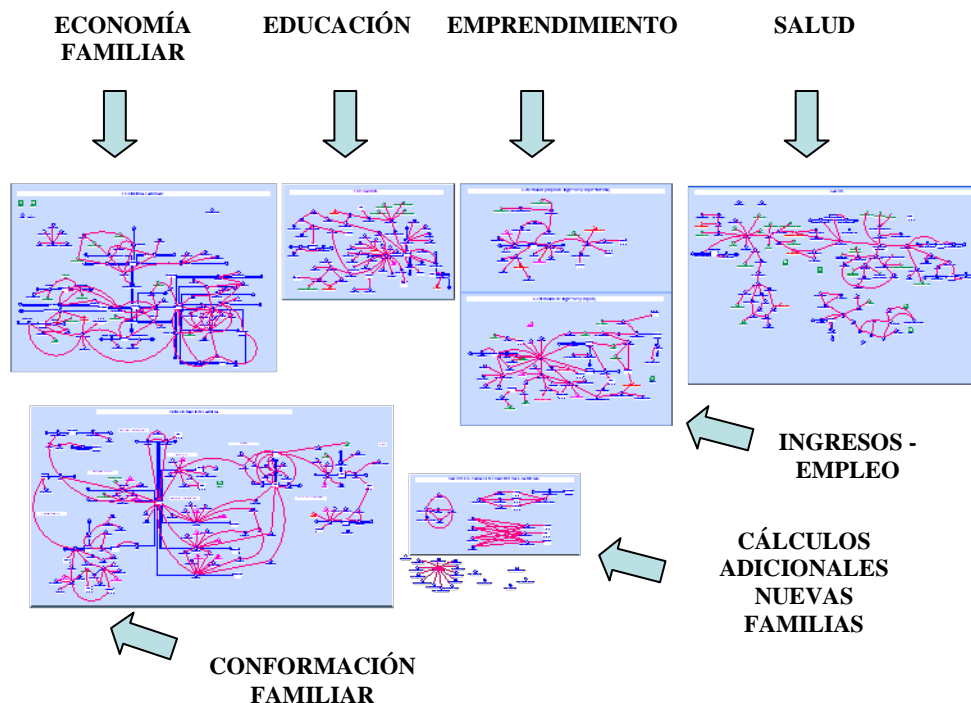
En este diagrama se aprecia la relación del ingreso con las otras dos componentes del IDH (educación y salud) y como estas tres variables entre sí cierran varios círculos mostrando que una intervención en alguna de ellas tiene ciertas repercusiones sobre las demás; aunque hay que ser muy claro que para lograr un desarrollo pleno de una familia que se encuentra en condiciones precarias, como ocurre en la mayor parte de los hogares de la ciudad, según lo presenta el análisis de clúster, es necesario realizar una intervención de

carácter integral, en la cual se propicien las condiciones adecuadas en las tres dimensiones.

Para ello, el diagrama (y el modelo en general) muestra que la administración tiene muchos puntos en los cuales realizar su intervención, tanto desde la mirada del asistencialismo, como desde otras miradas que pujan por propiciar las condiciones para que las familias se auto transforme.

En la Figura 4 se aprecia el Diagrama de Forrester completo del modelo, o propiamente dicho, el modelo completo. En dicha Figura se especifica la ubicación de cada uno de los módulos que lo componen.

Figura 12 Diagrama de Forrester – Modelo Dinámico de Familias



Fuente: ECSIM y Alcaldía de Medellín (2007).

7. Aplicación de la metodología definición de las dinámicas del sistema y dinámicas socioeconómicas para Colombia

La concepción sistémica de la sociedad y la economía abre espacios interesantes a la proyección y la prospectiva socioeconómicas. Percibir la sociedad economía como un conjunto de procesos de flujo continuo, interrelacionados y en desequilibrio disponiendo de una herramienta formal que facilita la simulación de esos procesos a lo largo del tiempo, permite explorar la dinámica del cambio y la transformación socioeconómica de manera abierta, constructiva y reflexiva.

El conjunto de dinámicas y agentes se modelan con dinámica de sistemas y se obtiene un sistema de evaluación, proyección y prospección de la sociedad y la economía flexible y para períodos largos de tiempo. La aproximación sistémica gira alrededor de la comprensión de la economía como un conjunto de dinámicas interdependientes. Unas temporalmente más críticas que otras o que en determinadas circunstancias o coyunturas toman especial relevancia con respecto a los demás. Ver tabla 1. En ella se encuentran algunos de las dinámicas básicas de un sistema socioeconómico su posible comportamiento en cada uno de los escenarios para el caso de Escenarios Futuros de Colombia que se presentaran a más adelante. Son los procesos y sus dinámicas los que construyen y determinan la transformación continua de las sociedades y las economías.

La propuesta central es que las dinámicas de esos procesos centrales de las economías y la sociedad serán los que determinen el futuro de esa sociedad o sistema. La tabla 1 se observan para diferentes escenarios, la evaluación que se hace de cómo sería el comportamiento de cada uno de los procesos.

7.1 Aplicación a la simulación de los escenarios futuros en Colombia.

Para el proceso de estudio de futuro aplicando dinámica de sistemas, es posible recoger una reflexión de futuro cualitativa y estructurarle un sistema de simulación que le permita evaluar cuantitativamente los efectos de las dinámicas. Este es el caso de DESTINO COLOMBIA, un ejercicio de reflexión sobre el futuro del país que hemos tomado como marco para la simulación de escenarios futuros de Colombia. El proyecto fue descrito por sus promotores de la siguiente manera (citamos de manera textual una presentación del los resultados de ese proyecto^{*}):

En el primer semestre de 1997 un grupo de empresarios convocó a 43 colombianos, representativos de la heterogeneidad nacional para que en el Recinto de Quirama, durante tres talleres que duraron catorce días, se imaginaran cuáles podrían ser los rumbos que tomaría Colombia en los próximos dieciséis años y las consecuencias de cada uno de esos caminos. La dirección técnica del proyecto estuvo a cargo de Adam Kahane, del Center for Generative Leadership, experto canadiense que ha orientado los procesos en Suráfrica, Canadá, Japón y Chipre.

Destino Colombia identificó los siguientes cuatro escenarios que esperamos sirvan para desatar en el país una nueva actitud e interés por nuestro futuro a largo plazo. Aspiramos que los colombianos piensen en nuevos rumbos o alternativas, y que al utilizar la herramienta de los escenarios se trate de anticipar e imaginar futuros posibles y de establecer sus implicaciones y consecuencias.

^{*} El grupo coordinador de Destino Colombia a autorizado el uso de sus conclusiones por parte de los autores para la realización de este ejercicio prospectivo.

El facilitador del proyecto Destino Colombia fue Adam Kahane, uno de los expertos y teóricos más importante a nivel mundial. La metodología que usa Kahane es fundamentalmente intuitiva y abierta. Fabrice Hatem (1993, 1996), anota que la construcción de escenarios es una disciplina a medio camino entre la intuición, la lógica, la reflexión y la acción, la retórica y la ciencia. Precisamente el enfoque se deriva del concepto de la lógica intuitiva, desarrollado sobretodo por Ian Wilson y el Stanford Research Institute, luego aplicado con éxito por el Grupo de Planificación de la compañía petrolera Shell, y la firma de consultoría Global Business Network. Esta perspectiva es liderada por autores como Pierre Wack, Arie de Geus, Peter Schwartz, Kees Van de Heijden, Adam Kahane, J.P. Leemhuis y Paul Shoemaker.

El enfoque es pragmático y adaptado al problema específico. La escritura de los escenarios, como veremos a continuación, se constituye en una práctica de construcción de sentido, en un ejercicio de consenso. “Se toman como un proceso que aprovecha los conocimientos y la creatividad de los participantes para construir alternativas, expresando y analizando ideas en un ambiente libre y creativo”.

El proceso tuvo lugar en 1997, finalizando el gobierno de Samper, en plena campaña para las elecciones presidenciales de 1998 y mientras Álvaro Uribe estaba estudiando en Oxford. Un grupo de 43 colombianos se reunían durante fines de semana en El Recinto de Quirama a discutir como sería el país quince años después, en el 2013. El grupo era lo mas variopinto posible. Estaban allí exguerrilleros, militares retirados, el autodesignado ideólogo de las AUC, el secretario del partido comunista, ejecutivos de los grandes grupos económicos, profesores universitarios, periodistas, los representantes de las negritudes, los campesinos y las juventudes, entre otros, y participaron el ELN y las FARC vía telefónica desde Itagüí y Costa Rica. Este era el proyecto Destino Colombia.

Que estuviera reunida en un salón esa curiosa mezcla tan explosiva que es Colombia era ya de hecho sorprendente, pero lo más sorprendente del proceso fue el resultado de la discusión. Formularon cuatro posibles escenarios y los publicaron en un documento con el cual todos estaban de acuerdo. Eso es trascendental, todos estaban de acuerdo con lo expresado en el documento. Este anota “Hay consenso en el grupo de que estos cuatro escenarios son posibles, sin embargo, no recomienda ni tiene preferencia por un escenario en particular. Los Escenarios de Destino Colombia quieren ser el punto de partida y el catalizador de una gran reflexión sobre nuestro mañana. ...son narraciones que describen caminos alternativos hacia el futuro.”

Uno de los posibles escenarios que expresaba lo que podría ocurrir en el país se llamó: “Todos a Marchar”. Apartes de la descripción del escenario decían lo siguiente:

“Para reconstruir una nación fragmentada y en conflicto, y zurcir las rasgaduras hechas al tejido social del país, y ante otros intentos frustrados para alcanzar la paz, se instauró un gobierno fuerte para poner orden y superar el caos institucional.”

“Tras el fracaso de los acuerdos de paz, nuestra esperanza se concentró en un gobernante que tuviera la energía y la imaginación suficientes para aplicar medidas extraordinarias a una situación que no tenía nada de ordinaria.”
“Observando este panorama de desolación y de desaliento, pensamos que la solución estaba en un gobernante que pusiera al país a marchar. Y eso fue lo que hicimos”.

“Encontramos un líder que, desde la presidencia, y ante los repetidos fracasos, le impuso un límite a los derechos fundamentales, amplió el pie de fuerza del ejército y de la policía, fortaleció la economía y la institución de los militares y levantó todas las restricciones legales y constitucionales que ataban las manos de las fuerzas armadas”.

“Golpeados militar y financieramente, los grupos armados disminuyeron sus acciones y comenzaron a considerar propuestas de diálogo. Las medidas de estímulo para la economía y para el sector productivo, unidos a los triunfos militares, le aseguraron al presidente un segundo período, autorizado por una oportuna reforma constitucional”.

La descripción del escenario explica varias cosas mas pero queremos centrar la discusión en estos puntos que son los mas relevantes, sobretodo en este momento que se ha consolidado esa muy sorprendente premonición la “oportuna reforma constitucional”.

Dos cosas son claves discutir. Primero, el valor humano social y técnico del ejercicio. Se llego a un reconocimiento profundo de las dinámicas de transformación del país. Diez años después estamos en el país descrito por el escenario

Segundo, el escenario describe claramente nuestra realidad, incluso con los vacíos en la concepción social que pueden explicar nuestro subdesarrollo. Pensamos que solo basta con no tener ni guerra ni corrupción para ser un gran país, y eso es cruelmente insuficiente. Por eso, a Colombia 2019, la visión que propone este gobierno para el segundo centenario solo plantea como meta que se llegue a 3800 dólares de ingreso per capita, menos de lo que hoy es el ingreso de per cápita de Costa Rica, Chile, México o Brasil.

Sin duda el país esta mejor y a este gobierno no le ha ido mal, pero nos faltan muchas mas cosas para superar la trampa de crecimiento lento en que estamos y que perpetúa los estados de exclusión social y pobreza que son el real problema de nuestra sociedad.

El proyecto Destino Colombia logro poner a conversar los múltiples corrientes de pensamiento y de acción del país y desentrañar esas dinámicas dominantes que determinarían las trasformaciones en los últimos diez años en el país. El

escenario que este grupo planteo, como uno de los posibles futuros del país de *Todos a marchar* se ha cumplido en sus líneas fundamentales: El país eligió a un presidente que decidió hacerle frente a los actores armados y reinstitucionalizar la nación. Los resultados de su gestión y el gran apoyo popular llevaron a que se aprobara una reforma a la constitución que permitirán continuar su mandato.

A este escenario no se llegó gratuitamente. Precisamente el que otros dos escenarios descritos en el mismo proyecto se hubieran dado previamente generaron las condiciones necesarias para que el tercero se cumpliera. Los otros escenarios propuestos por Destino Colombia fueron los siguientes:

“Amanecerá y veremos: El cansancio, la pereza o la incapacidad para enfrentar los problemas se justifican así: "amanecerá y veremos". La oscuridad se convierte en un pretexto para el sueño y la inacción, pero la claridad del amanecer no garantiza la toma de las decisiones sino un nuevo plazo para el azar. Ante las crisis del país predomina una confianza irracional en los desenlaces imprevistos y milagrosos, las soluciones a medias y en una actitud generalizada de dejar para mañana las acciones de fondo. Ante la magnitud y multiplicación de sus problemas, Colombia parece decir, "amanecerá y veremos".

Más vale pájaro en mano que ciento volando: Ante la posibilidad de perderlo todo, por la violencia del conflicto armado, el país resolvió que al menos una parte se podía salvar. Esa fue la tarea que se impusieron el gobierno y la sociedad civil al aceptar las demandas de los grupos armados para ir a la mesa de negociaciones según sus condiciones. Finalmente, ni unos ni otros obtuvieron todo cuanto esperaban ganar. Pero mirado el asunto desde otro ángulo, tampoco perdieron todo, que era lo que muy probablemente podría suceder. Fue una solución que se apoyó en ese sentido de las realidades concretas que se expresa en el refrán popular: más vale pájaro en mano que ciento volando.

La unión hace la fuerza: Han descubierto los colombianos en las tareas comunes, que los intereses compartidos y las tareas que se cumplen con el concurso de muchas manos, los fortalecen, porque más que las armas, o el dinero, o las leyes, a las sociedades les dan vigor los sueños, los trabajos y los logros puestos en común. También fue notable la aparición de gobiernos locales que, bajo la presión ciudadana y con el apoyo de grupos opuestos al sistema derrotaron la corrupción y se comenzó a construir un país distinto. Se lograron efectivos pactos de paz que ayudaron a asumir los retos de reconstrucción nacional y a responder al acumulado histórico de problemas agrarios, sociales y de organización institucional.

Los escenarios de *Amanecerá y veremos* y *Más vale pájaro en mano* describieron de manera clara lo que aconteció la final del gobierno de Samper y lo que condujo a elegir a un candidato que tenía la promesa de la paz con foto de Tirofijo ofreciéndola. Pero también describen de manera cruel un esfuerzo vano que finalmente abortó. El país quedó con solo un camino por seguir ante la intransigencia y la brutalidad de las FARC. Que seguirá después de estos

ocho años en que se han desarrollados tres de los cuatro escenarios descritos. En el próximo artículo se continuará con el análisis.

Quienes dicen que Colombia es un país impredecible y volátil deberían revisar sus preconcepciones. El proyecto *Destino Colombia* previó claramente lo acontecido en los últimos tres gobiernos y describió como una sociedad cansada de los violentos elegía un gobernante que les hiciera frente. Describió también como se reformaría la constitución para permitir su reelección en el escenario *Todos a marchar*.

La descripción del escenario tuvo sólo unas imperfecciones, describía que el gobierno elegido despreciaba los derechos humanos y quedaba aislado internacionalmente. Esto no se ha dado, por el contrario, el país ha estado rodeado de apoyo internacional y como nunca antes las ONG están señalando más a los grupos subversivos como responsables de delitos de lesa humanidad que a la fuerza pública. De igual forma, la opinión pública apoya ampliamente a las fuerzas armadas y rechaza de manera severa a los grupos insurgentes de izquierda y de derecha.

Pareciera, dadas estas condiciones, que el país estuviera entrando al último escenario, *La unión hace la fuerza*, por la puerta de atrás. Un 80 por ciento de aprobación a la gestión de este Gobierno unida a un rechazo tan abrumador a los violentos no puede ser entendida de otra forma. Un nivel de convergencia de estas dimensiones supera las expectativas de consenso que se podrían esperar para un escenario como el de *La unión hace la fuerza*.

Dos cosas son claves discutir. Primero, el valor humano, social y técnico del ejercicio. Se llegó a un reconocimiento profundo de las dinámicas de transformación del país. Desde una perspectiva de estudios de futuro, los resultados en términos de capacidad de previsión son absolutamente sorprendentes. Lo interesante del proceso es que antes que discusiones ideológicas, el grupo que reunió *Destino Colombia*, reflexionó el país de manera inteligente y asertiva, logrando descifrar las fuerzas de transformación que determinarían los hechos en los siguientes quince años.

Segundo, los escenarios describe claramente nuestra idiosincrasia, incluso con los vacíos en la concepción social que pueden explicar nuestro subdesarrollo. Evidencia los modelos mentales que están limitando nuestro crecimiento. Pensamos que solo basta con no tener ni guerra ni corrupción para ser un gran país, pensamos que un buen gobierno lo es todo y eso es cruelmente insuficiente. Somos una sociedad inconsciente de su propio compromiso con su bienestar. Incluso, si algo le ha faltado a la estrategia de seguridad democrática ha sido compromiso de la comunidad.

Por eso, las acciones del gobierno no logran sacudirse del mesianismo populista tan peculiar de los latinoamericanos y en cambio no asume un liderazgo que transforme unas estructuras sociales y un aparato productivo que son insuficientes para integrar de manera eficaz y equitativa a la población a la generación de bienestar.

Sin duda el país está mejor y a este gobierno no le ha ido mal, pero nos faltan muchas más cosas para superar la trampa de crecimiento lento en que estamos y que perpetúa los estados de exclusión social y pobreza que son el real problema de nuestra sociedad. Si hoy se hiciera el mismo ejercicio, cuáles serían los escenarios futuros? Será que el escenario actual, con sus nuevas circunstancias, es sostenible en el largo plazo y deseable para una sociedad democrática, incluyente, pacífica y que brinde unos niveles adecuados de bienestar? Nada más lejano al propósito de una tener una sociedad desarrollada, constituida desde personas capaces y responsables de generar su propio bienestar y el de la comunidad, que una sociedad que deposita todas sus esperanzas de salvación en un Mesías carismático como Uribe. Y que pasara después, cuando no sea Uribe? Dependemos de otros Mesías? O será que aprenderemos a ser ciudadanos responsables, mayores de edad, protagonistas de nuestro futuro.

Pero la historia no para allí. Lo más crucial para el país es lo que tiene por delante. Si estas dinámicas nos llevaron al escenario de “Todos a marchar”, también son una trampa que nos oculta las restricciones que impedirían dar el salto al escenario de “La unión hace la fuerza”. La más importante es la carencia de una visión concertada del país que debemos construir. ¿Seremos capaces de tomar un rumbo que nos acerque al escenario de “La unión hace la fuerza” lo cual es un requisito para tomar la senda del desarrollo y la inclusión social? ¿Será Uribe capaz de construir un consenso sobre el desarrollo, como lo hicieron España, Chile, Singapur, Irlanda o Israel entre otros? Ese consenso social sobre las acciones claves, tanto en política pública como desde el sector privado y sociedad civil, constituyen el gran reto que tiene el país para poder salir del subdesarrollo en las próximas décadas.

Además de este reto, Uribe enfrenta dos grandes amenazas: el narcotráfico y la ultraderecha. Ambas están no solo siguen presentes en la sociedad sino también peligrosamente enquistadas en los círculos de poder y en las mismas fuerzas del estado. Guaitarilla, Potrerito y desapariciones forzadas en todo el país son una preocupante alerta de algo que es inadmisibles y puede convertirse en un nefasto factor de debilitamiento de la política de seguridad democrática y de la legitimidad del gobierno de Uribe.

8. Simulación de las dinámicas socioeconómicas y la innovación dentro de los escenarios Futuro de Colombia.

Formular unos nuevos escenarios tomando como base las dinámicas de transformación descritas por Destino Colombia supone elaborar unas nuevas hipótesis sobre las dinámicas que serán dominantes en las transformaciones futuras del país.

Las hipótesis dinámicas describen los procesos centrales que se tendrían que llevar a cabo para que se generen las transformaciones determinantes para que se den unos nuevos escenarios de país. Dentro de la discusión que se ha tenido sobre el desarrollo de Colombia en los últimos años, desde lo planteado por el proyecto Destino Colombia, los trabajos elaborados en Colciencias,

Planeación Nacional y ECSIM, plantean que dos son los ejes fundamentales del desarrollo futuro del país: la inserción en mercados mundiales de mayor valor, y el compromiso colectivo de transformación

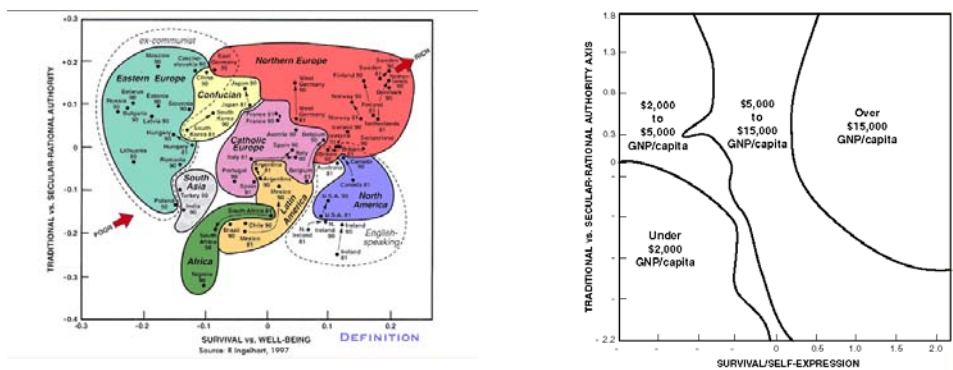
8.1 Primera hipótesis dinámica: El aprendizaje y la inserción en la economía global.

Una primera hipótesis dinámica se refiere al nivel de integración socioeconómica. Esta se refiere a la capacidad del país de innovar, de cambiar su patrón de especialización y de integrarse a las dinámicas globales de generación de bienestar. Se refiere también al grado que se logra de integración de su población al aparato productivo, a la reducción de la exclusión y la pobreza. Esta hipótesis dinámica esta sustentada en los trabajos sobre el desarrollo de Ricardo Hausman, Dani Rodrik, Sanjaya Lall, José Antonio Ocampo y Xavier Sala i Martín. Este será el eje horizontal en la formulación de los escenarios en la figura XX.

Específicamente, los trabajos sobre innovación y cambio de patrón de especialización que han desarrollado y publicado Ecsim y Ricardo Hausmann, ver figura, muestran como los países que aprenden ha hacer bienes de mayor valor desencadenan una dinámica de transformación socioeconómica que con mayor nivel de crecimiento, exportaciones, generación de empleo e inclusión social.

8.2 Segunda hipótesis dinámica: La concepción del desarrollo

La segunda hipótesis dinámica se refiere a la concepción del desarrollo desde la sociedad. Los trabajos de Ronald Inglehart sobre cultura, valores y desarrollo evidencian que sociedades en donde hay más dependencia del estado, menores niveles de autonomía, apropiación, empoderamiento y emprendimiento, tienen menores niveles de desarrollo y mayor propensión a la dependencia de estados mesiánicos. Los gráficos siguientes ilustran la investigación de Inglehart.



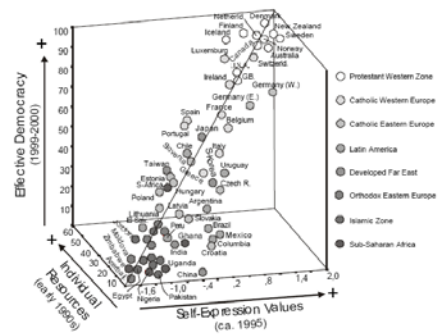
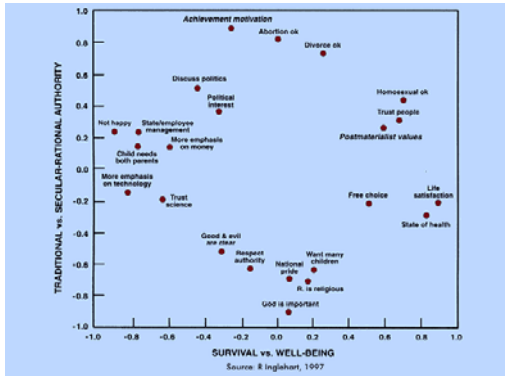


Figure 1. The Syndrome of Human Development and Its Three Components

En esta misma línea están los trabajos de Acemoglu y Robinson. Muestran como los países con estilos de colonización que promovieron comunidades más autónomas y centradas en la construcción de capacidades propias, pudieron luego emprender procesos de desarrollo y hoy en día son predominantemente sociedades avanzadas. Por otra parte, las colonias fundamentadas en procesos extractivos y con escasa institucionalidad han tenido problemas para construir sus propias dinámicas de desarrollo y propenden a estados mesiánicos. Las regresiones econométricas que soportan parte de sus tesis se muestran a continuación

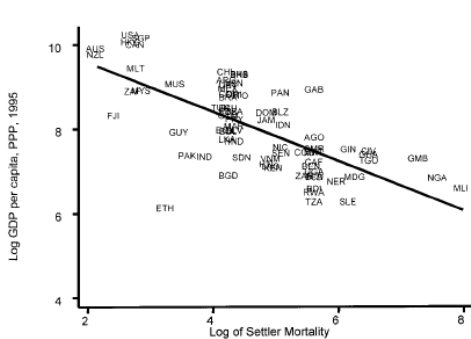


FIGURE 1. REDUCED-FORM RELATIONSHIP BETWEEN INCOME AND SETTLER MORTALITY

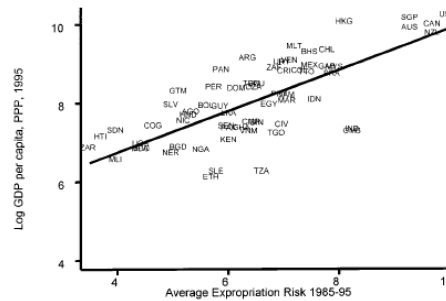


FIGURE 2. OLS RELATIONSHIP BETWEEN EXPROPRIATION RISK AND INCOME

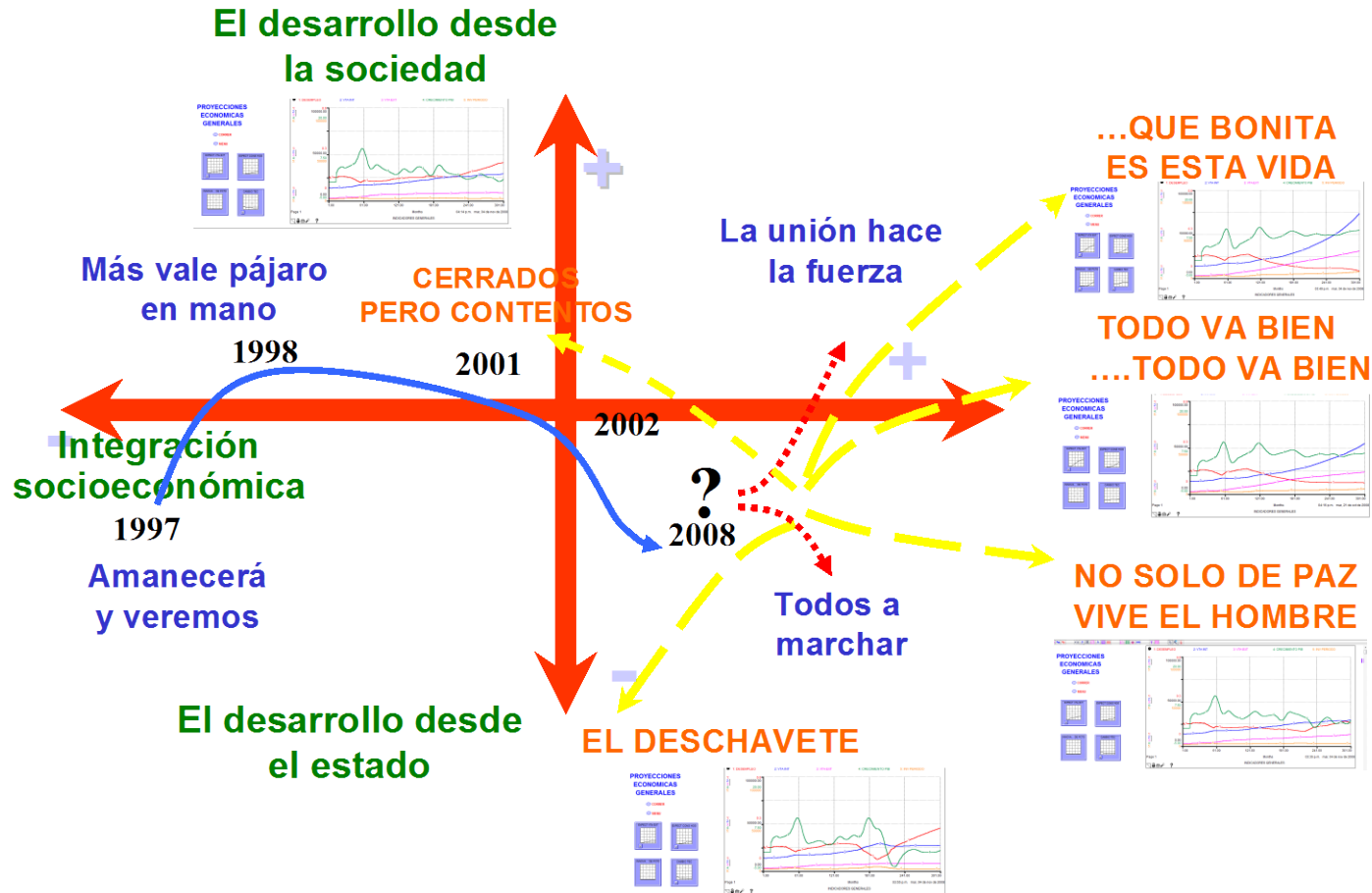
Finalmente, consistente con esta consideración, Douglas North en su trabajo sobre los procesos de desarrollo, sostiene que el factor fundamental está expresado en la intencionalidad de una comunidad de alcanzar un mejor nivel de organización y producción de bienestar. Por eso, esta hipótesis dinámica que configura el eje de las ordenadas expresa la decisión de emprender el desarrollo desde la sociedad. Es enfático en señalar:

“In contrast to Darwinian evolutionary theory, the key to human evolutionary change is the intentionality of the players.”

Douglas C. North: *Understanding the Process of Economic Change*, 2005

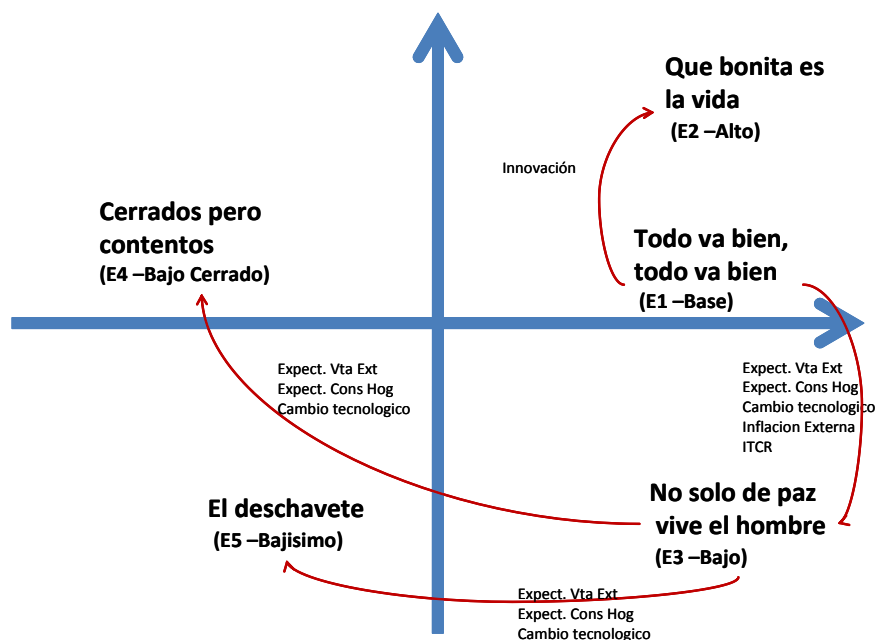
Los escenarios fundamentales están explicados en la grafica y tabla siguientes:

LAS COLOMBIAS QUE DEJA URIBE



DINAMICAS Y ESCENARIOS	ESCENARIOS				
DINAMICAS CLAVES	EL DESCHAVETE	CERRADOS PERO CONTENTOS	NO SOLO DE PAZ VIVE EL HOMBRE	TODO VA BIEN ...TODO VA BIEN	...QUE BONITA ES ESTA VIDA
FORMACIÓN DE EXPECTATIVAS Y PROCESOS DE DECISIÓN	ESTABLES PRUDENTES	CRECIENTES BAJAS	CRECIENTES BAJAS	CRECIENTES PRUDENTES	OPTIMISTAS, CRECIENTES
DE LOS CONSUMIDORES	BAJAS	PRUDENTES	PRUDENTES	PRUDENTES	CRECIENTES
DE LOS TOMADORES DE DECISIONES EN LAS EMPRESAS	BAJAS	BAJAS	BAJAS	PRUDENTES	CRECIENTES
DEL ESTADO	IMPRUDENTES	PRUDENTES	PRUDENTES	CRECIENTES	PRUDENTES
CONSUMO E INVERSIÓN DE LAS FAMILIAS	BAJA	CRECIENTE BAJA	CRECIENTE MEDIA	DE CRECIENTE MEDIA A ALTA	CRECIENTE ALTA
GENERACIÓN DE BIENESTAR DE LOS INDIVIDUOS	NO TRANSFORMACIÓN	NO TRANSFORMACIÓN	TRANSFORMACIÓN PARCIAL	TRANSFORMACIÓN	ALTA TRANSFORMACIÓN
INCREMENTO EN LA PRODUCTIVIDAD	NO MAS DEL1% ANUAL	NO MAS DEL1% ANUAL	2% ANUAL	4% A 6.% ANUAL	6% A 10.% ANUAL
GENERACIÓN DE BIENESTAR DE LAS EMPRESAS	NO TRANSFORMACIÓN	TRANSFORMACIÓN BAJA	TRANSFORMACIÓN PARCIAL	TRANSFORMACIÓN	ALTA TRANSFORMACIÓN
EXPANSIÓN DEL SISTEMA DE GENERACIÓN DE BIENESTAR.	NULA O REGRESIVA	CRECIENTE BAJA	CRECIENTE MEDIA	CRECIENTE ALTA	CRECIENTE MUY ALTA
EXPANSIÓN DE LA DEMANDA					
INTERNA	BAJA	MEDIA	MEDIA	DE MEDIA A ALTA	ALTA
	1% A 2% ANUAL	2.5% ANUAL	3% ANUAL	5% ANUAL	>7% ANUAL
EXTERNA	BAJA	MEDIA	MEDIA	BAJA	ALTA
	2% A 3% ANUAL	3% ANUAL	5% ANUAL	9 % ANUAL	>10 % ANUAL
VIABILIDAD FISCAL	INVIABLE	ESTRECHA	ESTRECHA	VIABLE	VIABLE
SOSTENIBILIDAD DEL SISTEMA MONETARIO	INVIABLE	SOSTENIDO CON RIESGO EXTERNO	SOSTENIDO CON RIESGO EXTERNO	RIESGOS DE ESPECULACIÓN DE ACTIVOS	RIESGOS DE ESPECULACIÓN DE ACTIVOS
VIABILIDAD DE BALANZA DE PAGOS	POSIBLE INVIABILIDAD	SOSTENIDO	SOSTENIDO	SUPERÁVIT EN CUENTA DE CAPITALES	SUPERÁVIT EN CUENTA DE CAPITALES

Las principales dinámicas socioeconómicas se evaluaron y se planteo como podría ser su comportamiento en cada uno de los diferentes escenarios. Los resultados de este ejercicio son los que se presentan en la Tabla 1. A continuación se presenta la discusión de cada una de las dinámicas.



8.3 Los elementos centrales de cada escenario.

8.3.1 No solo de paz vive el hombre

El país se embarca en la obsecuencia y con ello en la trampa de la formula de la seguridad democrática, que nos permitió salir de la crisis del milenio, será la formula para llevarnos a una fase virtuosa de transformación que nos lleve a un nivel de desarrollo sostenible. Bien por la reelección de Uribe o por la prolongación de este “único enfoque” en el que se privilegia la concepción mesiánica del estado que se materializa en cada concejo comunal, el país sigue la senda actual sin hacer las trasformaciones fundamentales que han sido diagnosticadas en documentos del mismo gobierno, como son el Conpes de Competitividad y las conclusiones de la Comisión del Gasto.

8.3.2 Todo va bien todo va bien

El país logra un acuerdo para hacer reformas claves en materia laboral, tributaria, de marcos regulatorios y de estructura fiscal, que facilitan la inversión y la creación de empresas. Continúa en una senda de expansión positiva sin dar grandes saltos en sus estructura productiva pero expandiéndola a ratas superiores al 5 por ciento.

Esto lo logra hacer en un contexto de comercio internacional favorable. Mientras mas se faciliten las condiciones de demanda externa, mas profundo podrá ser escenario.

8.3.3 Que bonita es esta vida

El país construye un consenso sobre el desarrollo como fruto de un proceso de construcción colectiva. Ocurre algo similar a lo acontecido en Irlanda con su pacto nacional de los 80, o con el acuerdo de la Moncloa en España en los 70, o en Chile en los noventa con la propuesta del “consenso”.

La innovación, el empresarismo y el aprendizaje son la agenda central de las políticas de gobiernos sucesivos y van más allá de la realización de reformas y se construyen políticas y enfoques compartidos en la sociedad que conducen finalmente a una transformación del patrón de especialización lográndose que mas del 30 por ciento del producto sean bienes y servicios nuevos.

8.3.4 El deschavete

El país con una democracia debilitada por la crisis económica, sucesivos escándalos de corrupción y en medio de pugnas personales de los principales líderes que ambicionan el poder, termina eligiendo una opción populista del corte de otros mandatarios latinoamericanos de los últimos sesenta años.

La formula se repite, se exagera el mesianismo y asistencialismo estatal y el gobierno presa de su déficit empieza a capturar progresivamente la economía. Una expansión inicial de la demanda por medidas estatales artificiosas se convierte luego en una contracción severa de la economía

8.3.5 Cerrados pero contentos

En la crisis, el país opta por las viejas formulas proteccionistas apoyado por un parte de los empresarios y los sindicatos. La tecnocracia actúa como un contrapeso que evita que las medidas se desborden y la clase empresarial trata de ajustarse a la situación. El costo es una perdida del dinamismo exportador y del proceso de transformación del aparato productivo. El impacto negativo se tiene en el largo plazo con una reducción importante del crecimiento.

8.4 Comportamiento de las dinámicas centrales

8.4.1 Flujos de Caja, su estructura y viabilidad.

Dentro del estado de sostenibilidad de los flujos de caja de los agentes económicos se deben resaltar los desbalances detectados en el sector público. Se encuentra en una trampa de viabilidad limitada cualquiera de los escenarios. Los modelos mentales que asignan al Estado el papel de benefactor de primera y última instancia y las implicaciones económicas de que este rol sea exigible judicialmente, han conducido las finanzas públicas a una delicada situación de riesgo de inviabilidad. Este proceso puede terminar generando una crisis de institucionalidad mayor que la que ocasionan cualquiera de los otros factores desestabilizadores del país.

El modelo de agentes evidencia de manera radical que el Estado no dispone de más recursos de los que puede aportar los asociados. Estos recursos deberán tener una priorización en su aplicación pues su disponibilidad es limitada. Mucho más en un país en donde el 60% de la población está desarticulada del sistema de generación de bienestar. Se deberá ser lo suficientemente claros e innovadores para poner en marcha mecanismos que aseguren la eficaz y eficiente aplicación de estos recursos, lo más transparente y ausente de manipulaciones, componendas o corrupción.

Un segundo grupo de desbalances encontrados en el periodo 1995-2002 es el de los flujos de caja de las familias. Estas atravesaron por un periodo de empobrecimiento generado por gastos e inversiones poco cautelosas en el periodo expansión económica y el ciclo expansivo de la construcción. Luego de tener altos niveles de endeudamiento dirigidos a la adquisición de vivienda y bienes durables, sus flujos de caja colapsaron al reventarse la burbuja del sector inmobiliario y del alza de las tasas de interés. Solo ahora están reestableciéndose, pero el que se reconstruya la confianza en el crédito aún tomará un periodo de tiempo pues aun con la expansión de 2005 a 2007 no se logro alcanzar los niveles históricos anteriores a la crisis de 1998.

Las empresas vieron sus flujos de caja golpeados por el costo de la deuda y la reducción en el consumo. Las que sobrevivieron a la crisis han logrado estabilizar progresivamente sus flujos de caja y gozaron de el periodo de mayor expansión económica en las ultimas tres décadas

Hacia delante, con escenarios de baja expansión de la economía y con un déficit público que eventualmente presionaría las tasas de interés, los flujos un gran grupo de familias y empresas seguirían estrechos y con riesgos de volverse inviables. Solo un escenario de crecimiento sólido como el de **Todo va bien todo va bien** se podrá recuperar finalmente de manera cierta la viabilidad de los flujos de caja.

8.4.2 Dinámicas de consumo, ahorro e inversión de las familias.

En los escenarios de **No solo de paz vive el hombre, El Deschavete y Cerrados pero contentos**, las familias continuaran siendo muy prudentes en su consumo e inversión. Los ahorros engrosaran una trampa de liquidez en que se hallará inmersa la economía y algunos, muy posiblemente una parte considerable, se sacaran del país. Solo al final de un escenario como el de **Todo va bien todo va bien** o luego de ponerse en marcha y reconstruir la confianza en el escenario de **Que bonita es esta vida** se activarán nuevamente el consumo y la inversión y se empezará a generar excedentes para ahorros en grupos importantes de familias.

8.4.3 La innovación y las dinámicas de generación de bienestar de los Individuos.

En escenarios no crecientes y con expectativas pesimistas de parte de los agentes, el nivel de capacidad de generación de bienestar por parte de los individuos no cambiar sustancialmente e incluso se genera un enorme riesgo de perder capital humano. Solo una decisión de innovar, en el sentido de asimilar y poner en acción nuevas capacidades podría conducir a un proceso de crecimiento sólido que jalone la transformación del recurso humano y generen procesos cibernéticos virtuosos de retroalimentación a las empresas por individuos más capaces y creativos.

8.4.4 La innovación y las dinámicas de Generación de Bienestar de las Empresas.

Las empresas obrarán de manera conservadora en los escenarios de bajo crecimiento y no resolución del conflicto armado. Su capacidad de generación en calidad, variedad, cantidad y contenido tecnológico no variarán sustancialmente. Solo la introducción de innovaciones, es decir, nuevos productos y la incursión en mercados externos jalonaría una transformación de las capacidades de generación de bienestar de las empresas.

Esta precisamente puede ser una opción que viabilice la construcción de escenarios de consensos sociales y crecimiento rápido o al menos como los del escenario de ***Que bonita es esta vida***

8.4.5 La innovación y la expansión del sistema de generación de bienestar, inversión y generación de empleo.

Los indicadores más graves de desintegración social son los altos niveles de desempleo, subempleo y empleo informal. Estos están evidenciando que el sistema de generación de bienestar no ha vinculado a una gran parte de la población a la dinámica de generación. Dentro de los múltiples fenómenos sistémicos que dan lugar a un proceso insuficiente y subdesarrollado como este, se deben resaltar dos. El primero es la escasa capacidad de innovación lo que impide expandir los mercados internos y externos. El segundo, el bajo nivel de inversión. Sin expansión de la demanda, interna o externa, y ante un aumento progresivo de la productividad, el sistema de generación de bienestar desvinculará más personal del que recibe. De manera agregada esto se traduce en un aumento del desempleo.

En los escenarios de ***No solo de paz vive el hombre*** y ***Cerrados pero contentos*** el desempleo no bajará. Todo lo contrario, aumenta. En el escenario de ***Todo va bien todo va bien*** la inversión se recupera y el desempleo bajará posteriormente. En el escenario ***Que bonita es esta vida*** se recuperan de manera más rápida los indicadores de desintegración social.

No obstante los aportes de un escenario como el último mencionado, el país no entrará en una senda de avance en la integración efectiva de los individuos a la generación de bienestar de manera que esta sea suficiente para superar los estados actuales de pobreza.

Desde lo evidenciado en el modelo, el problema fundamental del país no está en lo que hacen los “malos”, sino en todo lo que no estamos haciendo los “buenos”. Solo con una creciente innovación e inversión y con una actividad agresiva de expansión de las exportaciones se podrá activar un proceso cibernético virtuoso de expansión económica que haga despegar la demanda interna y nos conduzca a un proceso progresivo de integración social.

Esto no es posible si el país está sin un proyecto colectivo de lo que debe ser su sociedad y su economía. Necesita desarrollar capacidades de exportar productos con creciente valor agregado, recomponer la confianza en sus entidades generadoras de bienestar, en sus instituciones y en su manejo económico. Para lograr entrar en esta senda se debe privilegiar el desarrollo y consolidar las entidades generadoras de bienestar en la sociedad. Necesitamos de una nueva visión económica empresarista.

8.4.6 La formación de expectativas, un acuerdo colectivo.

Las expectativas pasan a ser el proyecto de acción económica. En los escenarios de **No solo de paz vive el hombre** y **Cerrados pero contentos** las expectativas son bajas o en el mejor de los casos prudentes para las familias, los empresarios y aún para el Estado. En el escenario **Todo va bien todo va bien** solo una vez este se perciba como un proyecto sólido se recomponen las expectativas pero seguirán siendo predominantemente prudentes. En el escenario **Que bonita es esta vida** las expectativas son positivas, pero solo se traducen efectivamente en crecimiento si se activan las exportaciones y la inversión crece a niveles diez veces superiores a los actuales.

8.7 Expansión de la demanda interna y externa.

Lo ocurrido en los escenarios para los procesos discutidos anteriormente conformará la demanda interna y externa de la economía. Solo tendremos una demanda interna creciente en los escenarios **Todo va bien todo va bien** y **Que bonita es esta vida**. Las exportaciones se convierten en una condición necesaria para poder activar un proceso cibernético virtuoso que a su vez posibilite la inversión extranjera.

8.4.8 Viabilidad Fiscal del Estado.

Es crítico verificar la viabilidad económica de los flujos de caja del Estado en el corto, mediano y largo plazo. Esta viabilidad se debe configurar con la reducción del gasto ya que el nivel de carga tributaria y la inestabilidad fiscal desestimulan la inversión nacional y extranjera. De prolongarse el desbalance fiscal entre ingresos y egresos con el problema adicional del alto nivel de endeudamiento, el Estado continuará afectando la formación de tasas de interés y precios. Este es requisito para todos los escenarios. De lo contrario se precipitaría una situación de colapso.

8.4.9 Sostenibilidad del sistema monetario y cambiario. Tasas de interés y tasa de cambio.

Se considera que las instituciones monetarias, salvo que tengan que afrontar un colapso de las finanzas del Estado continuaran estables y confiables. Esto es válido para todos los escenarios. Para un proceso de crecimiento acelerado se deben adecuar los mecanismos que faciliten, promuevan y den confianza a la inversión extranjera. Se deberá considerar si el escenario de moneda independiente será el que atraiga adecuadamente la inversión extranjera.

Bibliografía General.

- ARACIL, Javier. Introducción a la Dinámica de Sistemas. Madrid, Alianza Editorial, 1992.
- COTEC Prospectiva Tecnológica: Una Aproximación a su Metodología y a su Aplicación en Diversos Países.
- Dyner, I, C J Franco. Simulation for policy assessment of rationally-bounded energy-use, in competitive markets. 2002. Conference Proceeding
- Elster, J., 1990a. Nuts and Bolts for the Social Sciences. Cambridge University Press.
- Elster, J., 1990b. When Rationality Fails. In Cook, Karen S. (Ed). The Limits of rationality. University of Chicago Press.
- FORRESTER, Jay. Principles of systems. Cambridge USA. MIT Productivity Press. 1971.
- FORRESTER, Jay. World Dynamics. Cambridge USA. WRIGHT-ALLEN PRESS, Inc. 1973.
- GODET, Michel. De la anticipación a la acción. Manual de prospectiva y estrategia. Ed. Alfaomega. México. 1996.
- GÓMEZ S. Diego Fernando. La Proyección del sector de la edificación. Dentro de una aproximación sistémica. Documento de Planeación Sectorial. Bogotá. 1996.
- Gomez, D. 2002a, &RORPELD_____&RQVWUXFFLyQ_GH_OR_SRVLEOH__XQ_PDUFR - SURVSHFWLYR_SDUD_HO_GHVDUUROOR_GHO_SDtV_, Camara de Comercio de Medellín..
- Gomez, D. 2002b, (FRQRPLD_6LVWHPLFD En proceso de publicación., Medellín.
- Gomez, D. 2002a, (O_GHVDUUROOR_FRQVWUXLGR_GHVGH_ORV_LQGLYLGXRV__VXV_RUJDQL]DFLRQHV_VRFLDOHV, Camara de Comercio de Medellin, Medellin.
- Gomez, D. 2002b, /D_SURGXFWLYLGDG__OD_LQQRyDFLRQ_HQ_ORV_SURFHVRV_GH_G HVDUUROOR, Centro de Ciencia y Tecnologia de Antioquia, Medellin.
- Gomez, D. 2002c, /RV_SURFHVRV_GH_GHVDUUROOR_HQ_HO_PXQGR, Camara de Comercio de Medellin, Medellin.
- HPS. TECHNICAL REFERENCE. ITHINK.
- Llinas, Rodolfo, "El cerebro y el mito del yo". Ed Norma, Bogota, 2005.
- NELSON, Richard, "Recent Evolutionary Theorizing About Economic Change", Journal of Economic Literature, V. XXXIII, March 1995.
- MEDINA VASQUEZ, Javier. Experiencias significativas en pensamiento a largo plazo. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social
- (Ilpes) Seminario de Alto Nivel sobre las Funciones Básicas de la Planificación y experiencias nacionales exitosas. La Habana, noviembre, 2000
- Memorias IV Encuentro Latinoamericano de Estudios Prospectivos. Universidad

Externado de Colombia. Bogotá. Agosto 22 y 23 de 2000.
Memorias Seminario Internacional Trieste, Italia. Una Iniciativa ONUDI/ICS para Latinoamérica y el Caribe. 1999.
MIKLOS, Tomas. TELLO, Maria Elena. Planeación prospectiva: una estrategia para el diseño del futuro. Centro de Estudios prospectivos de la fundación Javier Barros Sierra AC. Editorial Limusa. México. 1997.
MOJICA SASTOQUE, Francisco (Compilador). Análisis del siglo XXI. Concepto de prospectiva, escenarios y tendencias que permiten hacer un análisis del próximo siglo. Ed. Alfaomega. Colombia. 1998
MOJICA SASTOQUE, Francisco. La prospectiva. Técnicas para visualizar el futuro. Fondo editorial Legis.
NELSON, Richard y WINTER, L. An Evolutionary Theory of Economic Change, Cambridge, Mass. 1980.
ONUDI. Manual de metodologías. Programa de prospectiva Tecnológica para Latinoamérica y el Caribe. 2000.
ORTEGON, E. MEDINA, J. Prospectiva: construcción social del futuro. (Compiladores) Universidad del Valle – ILPES. Cali, Colombia. 1997.
SCHUMPETER, J.A. Capitalismo, socialismo y democracia. Ediciones Orbis, S.A. 1983. P 181.
SENGE, PETER. La quinta disciplina. Ed. Granica, Buenos Aires, 1992
Simon H. A. 1979. Models of Thought. Yale University Press.
STERMAN, Jhon. Business Dynamics. Mcgraw-Hill. Boston. 2000.

BIBLIOGRAFÍA SECCIÓN 1

Delgado, J. (2002). Análisis Sistémico: Su aplicación a las comunidades humanas. CIE Dossat 2000.

Dyner, I.; *et al.* (1998). Microworlds for training electricity traders. Conferencia Internacional en Dinámica de Sistemas. Quebec, Canadá.

ECSIM y Alcaldía de Medellín. (2007). Micromundo para la planeación de políticas de Intervención Social para aumentar el Desarrollo Humano y la Calidad de Vida en los barrios de la ciudad de Medellín.

Gómez, D. y Dyner, I. (sf). Estudios de futuro, Dinámicas Socioeconómicas e Innovación. Universidad Nacional de Colombia.

Medina. J. y Ortegón, E. (2006). Manual de prospectiva y decisión estratégica: bases teóricas e instrumentos para América Latina y el Caribe. Series Manuales No 51. CEPAL. Santiago de Chile.

Smith, R.; *et al.* (2002). "Micromundo para la Inversión en Generación de Energía Eléctrica en Latinoamérica" En: Revista "Energética" No 27. Agosto de 2002. Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia, Medellín. Medellín. pp 41 – 66.

Sterman, J. (2000). "Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World". McGraw-Hill Higher Education, USA, 982 p.

BIBLIOGRAFÍA SECCIÓN 2

Bell, Wendell (1993), "Futuro", Enciclopedia delle scienze sociali, Volume III, Istituto della Enciclopedia Italiana, Roma.

Gavigan, James; Ducatel, Ken; Scapolo, Fabiana et al (2002), The role of foresight in the selection of research policy priorities. Conference Proceedings, European Commission–IPTS –JRC, Reporte EUR 24406, Seville.

Guilhou, Xavier & Lagadec, Patrick (2002) El fin del riesgo cero, Editorial El Ateneo, Buenos Aires.

Gutiérrez, Francisco (1999) "Qué futuro para cual territorio? Los retos del 2013", Plan Estratégico de Pereira y el Area Metropolitana. del Centro Occidente Colombiano, Santafé de Bogotá.

Mant, Alistair (1996), Listos para el trabajo. La movilización del talento para manejar el nuevo mundo, en: Manejo de lo desconocido. Creando nuevos futuros, Richard Boot; Jean Lawrance, John Morris, Mc Graw Hill, Bogotá.

Martelli, Antonio (1991), Analisis strategica mediante scenari, Etas Libri, Milano.

Masini, Eleonora & Galtung, Johan (1983) Visions of desirable societies, Pergamon Press, Oxford.

Masini, Eleonora (1977), "A construção do futuro, tarefa do presente", L'Osservatore Romano, Rome, 30 October.

_____ (1982), "Reconceptualizing futures: A need and a hope", World Future Society Bulletin, November– December.

_____ (1989), "Possiamo costruire il futuro?", Intervista a cura di Saveria Sechi.

_____ (1992), Why Futures Studies?, London, Grey Seal Books .

_____ (1993), La previsión humana y social, Ciudad de México, Fondo de Cultura Económica.

_____ (1993), The futures of cultures, Unesco Publishing, Paris.

_____ (1994), "Presentación", Construindo o futuro. O impacto global do novo paradigma, Moura Paulo,

Medina J & Ortegón E. Manual de prospectiva y decisión estratégica: bases teóricas e instrumentos para América Latina y el Caribe. Manuales. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación y Economía Social (ILPES) Área de proyectos y programación de inversiones. CEPAL-NACIONES UNIDAS.2006. Santiago de Chile, septiembre de 2006.

Prigogine, Ilya (2000), "Flèche du temps et fin des certitudes", dans, Bindé, Jerome–sous la direction de– Les clés du XXIe siècle, Seuil, Editions Unesco, Paris.

_____ (1997), El fin de las certidumbres, Taurus, Madrid.

Schoemaker. Paul J.H. (1995), "Scenario Planning: A tool for strategic thinking", in: Sloan Management Review, Winter.

Wack, Pierre (1984), "Scenarios: the gentle art of re-perceiving", Senior Lecturer Harvard Business School, Boston.

_____ (1985), "Scenarios: shooting the rapids", Harvard Business Review, nov/dec. 139–150.

_____ (1985), "Scenarios: Uncharted waters ahead", Harvard Business Review, sept/oct, 73–89.

BIBLIOGRAFÍA SECCIÓN 3

- Acemoglu, Daron. Robinson, James. The Role of Institutions in Growth and Development, Commission on Growth and Development. World Bank. 2008
- Acemoglu, Daron. Robinson, James; JOHNSON, SIMON The Colonial Origins of Comparative Development: An Empirical Investigation 2001
- Bonabeau, E. (2002). Agent-based Modeling: Methods and techniques for simulating human systems, Vol. 99. www.pnas.org.
- Epstein, J. M. & Axtell, R. (1996). *Growing Artificial Societies: Social Science from the Bottom up*. Washington, D.C.: Brookings Institution Press The MIT Press.
- Borshchev Andrei, Filippov Alexei. (2005) From system dynamics and discrete event to practical agent based modeling: reasons, techniques, tools.
- Calderon, Bernardo (1995). *Introducción a la Simulación*. Editorial Asociación de Ingenieros Industriales Universidad de Antioquia.
- Checkland Peter. (1993) *System Thinking, System Practice*. Ed John Wiley. New York. EEUU.
- Dyner, Isaac, Peña, Gloria, Arango Santiago. (2004). *Modelamiento para la simulación de sistemas socio-económicos y naturales*. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín.
- Forrester, Jay W. *World Dynamics*. 2 ed. Cambridge, Massachusetts: Wright-Allen Press, 1972. 144 p.
- Forrester. J. System dynamics, systems thinking, and soft OR. En *System Dynamics Review*. Summer. 1994.
- Iglesias, C., Garijo, M., and González, J. (1999). A survey of agent-oriented methodologies. In Müller, J., Singh, M., and Rao, A., editors, *Proceedings of ATAL-98*, volume 1555, pages 317–330, Heidelberg, Germany. Springer-Verlag.
- Inglehart, Ronald, Chris Welzel *Human Development as a Theory of Social Change: A Cross-Cultural Perspective*.
- Moreno Julian (2007). *Modelo de simulación basada en agentes de software inteligentes para el aprendizaje de estrategias de comercialización de energía eléctrica en Colombia*. Tesis de maestría en ingeniería de sistemas. Línea de investigación en inteligencia artificial. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín
- Naylor T. H. *Computer simulation, experiments with models of economic systems*. John Wiley, 1971
- O'Connor J & McDermott I. (1998) *Introducción al Pensamiento Sistémico*. Ediciones Urano. Barcelona. 1998.
- Ortiz Adriana, Sarriegi Jose, Santos Javier. *Modelización de variables soft*. 2do Congreso Latinoamericano de Dinámica de Sistemas. Talca. Chile. 2004.
- Pérez Ana, Hoyos Santiago, Moreno Germán, Díaz Idanis (2004). *Integración de técnicas de inteligencia artificial y dinámica de sistemas. Un caso de aplicación para la toma de decisiones sobre acciones de mejoramiento de gestión tecnológica en empresas de distribución eléctrica*. 2do Congreso Latinoamericano de dinámica de sistemas. Talca. Chile.
- Pérez Fernando (2000). *Meta Modelo de Coordinación de Tareas Para Sistemas Multiagentes en Ambientes de Trabajo Cooperativo*. Medellín. 2000.

Tesis (Maestría en Ingeniería de Sistemas). Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín. Facultad de Minas

Sterman, J. (2000). Business Dynamics. Systems thinking and modeling for a complex world. McGraw-Hill. EE UU.

Moreno Julian (2007). Modelo de simulación basada en agentes de software inteligentes para el aprendizaje de estrategias de comercialización de energía eléctrica en Colombia. Tesis de maestría en ingeniería de sistemas. Línea de investigación en inteligencia artificial. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín