

JUEGO DE SIMULACIÓN DINÁMICO-SISTÉMICO DE CIUDADANOS Y BIENES
SOCIALES BÁSICOS

SAMUEL ARDILA JAIMES
JUAN CARLOS ACEVEDO HABEYCH

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA
ESCUELA DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN PENSAMIENTO SISTÉMICO
BUCARAMANGA
2006

JUEGO DE SIMULACIÓN DINÁMICO-SISTÉMICO DE CIUDADANOS Y BIENES
SOCIALES BÁSICOS

SAMUEL ARDILA JAIMES
JUAN CARLOS ACEVEDO HABEYCH

Trabajo de grado para optar al título de
Ingeniero de Sistemas

Director
M.I., Ph.D. (c) RICARDO SOTAQUIRÁ GUTIERREZ
Asesor
ING. GERLY CAROLINA ARIZA ZABALA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA
ESCUELA DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN PENSAMIENTO SISTÉMICO
BUCARAMANGA
2006

Nota de Aceptación

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Director

Bucaramanga, 4 de Octubre de 2006

DEDICATORIA

A mi familia, mis profesores y compañeros de facultad.
SAMUEL

A mis padres por su constante apoyo.
JUAN CARLOS

AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestros más sinceros agradecimientos a:

Ricardo Sotaquirá, nuestro director, por darnos la oportunidad de involucrarnos en este proyecto, compartiendo toda su amplia experiencia como docente e investigador. Gracias por su paciencia; su constante apoyo y las cualidades humanas que lo caracterizan nos dieron la luz para aventurarnos en este proyecto experimental.

Carolina Ariza, nuestra asesora, quien también compartió con nosotros su experiencia y estuvo muy presta a colaborarnos.

Nuestros evaluadores Jorge Andrick Parra y Luis Carlos Gómez, por todos sus aportes y sugerencias durante el desarrollo del proyecto.

Al GPS por brindarnos el espacio para desarrollar nuestro proyecto además de enriquecernos con los seminarios, conferencias y charlas que mantuvimos.

La Universidad Autónoma de Bucaramanga, por brindarnos las herramientas y las facilidades para desarrollarnos como profesionales en nuestra área.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	11
1. MARCO TEÓRICO	13
1.1 DINÁMICA DE SISTEMAS	13
1.2 JUEGOS DE SIMULACIÓN	14
1.3 TEORÍA DE JUEGOS	14
1.3.1 Juegos de Bienes Públicos.	15
1.4 TEORÍAS DE JUSTICIA	17
1.4.1 Teoría de la Justicia.	17
2. DEFINICIÓN DEL MODELO	20
2.1 INTRODUCCION	20
2.2 CAUSALIDAD DEL MODELO	20
2.2.1 Distribución – Acceso.	21
2.2.2 Norma y tributo.	23

2.2.3 Tributo Pago necesario.	23
2.2.4 Tributo por percepción de acceso al bien.	24
2.2.5 Tributo por Norma.	25
2.2.6 Diagrama Causal General.	27
3. INFORMACIÓN PARA LA SIMULACIÓN	29
4. INTERFAZ	30
5. CONCLUSIONES	34
BIBLIOGRAFIA	36
ANEXOS	38

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Diagrama del proceso de la situación contractual.	17
Figura 2. Diagrama del proceso de validación.	18
Figura 3. Eficiencia de Pareto	20
Figura 4. Diagrama causal distribución	21
Figura 5. Diagrama causal tributo	22
Figura 6. Diagrama causal ajuste al cobro	23
Figura 7. Diagrama causal Percepción acceso al bien	24
Figura 8. Grafica comparativa Teoría de Juegos	25
Figura 9. Matriz de pagos ciudadano vs población	25
Figura 10. Norma y evasión al pago	26
Figura 11. Diagrama General	27
Figura 12. Interfaz	29
Figura 13. Controles	30
Figura 14. Creación de escenarios	30
Figura 15. Grafica Infraestructura vs nivel deseado	31
Figura 16. Modelo endogeno	31

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Diagrama de Forrester	34

RESUMEN

El alto grado de dilemas sociales en el mundo, que tienen que ver con problemas de insatisfacción de los bienes sociales básicos en una población, justifican el estudio de los problemas de justicia distributiva. Uno de los más influyentes filósofos políticos de los últimos tiempos, John Rawls, desde su planteamiento en el libro Teoría de la Justicia, es el insumo conceptual para el desarrollo de un prototipo de micromundo Dinámico-Sistémico. El enfoque hacia justicia distributiva y no meramente a los recursos comunes, es escaso en Dinámica de Sistemas. El proyecto de investigación busca reflejar en un prototipo de micromundo, ideas Rawlsianas de justicia distributiva, en la dinámica económica y política de bienes sociales básicos y ciudadanos. La relevancia del proyecto dentro de la carrera es alta, teniendo en cuenta la función social de la profesión, el predominio de lo tecnológico en las investigaciones y la trayectoria previa en proyectos similares en sistémica.

Palabras clave: Dilemas sociales, bienes sociales básicos, cooperación, justicia distributiva, Rawls, dinámica de sistemas.

INTRODUCCIÓN

La simulación de dilemas sociales en Dinámica de Sistemas es una práctica ampliamente difundida. Diversas investigaciones de este tipo se han desarrollado en Dinámica de Sistemas con el fin de promover un comportamiento sensato en los ciudadanos, evitando así graves consecuencias como la depredación de los recursos compartidos por ellos. Otras investigaciones han abordado temas sociales como la gobernabilidad, el sistema electoral, el carcelario, etc., pero ninguna de ellas ha tratado de manera central el tema de justicia distributiva, al menos en la búsqueda realizada en las principales publicaciones de Dinámica de Sistemas. Este hecho sugiere una interesante inquietud: ¿que tan fructuoso resulta involucrar ideas teóricas de alta abstracción provenientes de áreas como la Filosofía Política, con modelos deterministas representados en ecuaciones diferenciales como lo son los dinámico-sistémicos?

Esta investigación introduce en un modelo Dinámico-Sistémico, elementos conceptuales de justicia distributiva, provenientes del libro Teoría de la Justicia de John Rawls. Esta tarea es compleja dado que representar elementos de una teoría de alto nivel de abstracción, sin otorgar elementos como ecuaciones o datos que puedan ser representados directamente en un modelo Dinámico-Sistémico, implica un doble trabajo: El de dominar adecuadamente la teoría para intentar representarla en el modelo, y por otra parte, el de relacionar y dar cuenta de la compatibilidad de los resultados del modelo con elementos teóricos abstractos.

El desarrollo principal del trabajo de investigación, se concentra principalmente en la elaboración del modelo de Forrester, que apunta hacia la satisfacción del objetivo general y del segundo objetivo específico: "Construir un modelo en Powersim del comportamiento de un ciudadano en cuanto a la satisfacción de sus necesidades de bienes sociales básicos y de la dinámica económica-política de provisión de bienes sociales básicos para su uso en el aprendizaje y la experimentación en Ciencias Políticas". Para este fin, se emplean como sustento los conceptos provenientes de Teoría de la Justicia, así como conceptos básicos de Dinámica de Sistemas. La investigación se enmarca en un contexto de ciudadanos, un ente gubernamental¹, bienes sociales básicos y los recursos que intervienen en la consecución de estos bienes. En el modelo están representados por niveles, variables, constantes y flujos en un diagrama de Forrester. El ejercicio

¹ Es el ente gubernamental el que se personifica en las instituciones. Se adopta el concepto Rawlsiano de institución: "por institución entiendo un sistema público de reglas que definen cargos y posiciones con sus derechos y deberes, poderes e inmunidades, etc."

de modelado tiene un objeto principal de aprendizaje, este se materializa en el conocimiento generado del modelo y a su vez en las modificaciones estructurales al modelo que surgen del aprendizaje. Inicialmente se toman las variables más significativas para modelar. Una vez completado un ciclo de aprendizaje se puede aumentar la complejidad del modelo. Para facilitar el ejercicio y el aprendizaje es útil “aterrizar” el modelo a una situación práctica de la vida real. Es decir, hablar de bienes sociales básicos en general puede resultar amplio, mientras que hablar en términos de un bien social en particular resulta más práctico y tangible. El contexto académico en el que se desarrolla este proyecto, el universitario, hace propicio el “aterrizaje” del modelo en dicho ámbito. La estructura básica del modelo debe ser compatible al aplicarla a cualquier otro bien social básico. Para facilitar la comprensión del modelo, se asume una población muy pequeña, con una sola institución pública. Ya que el fenómeno a modelar se ve afectado por gran cantidad de variables, es necesario emplear sólo las más representativas, de esta forma es más fácil comprender la causalidad del modelo.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 DINÁMICA DE SISTEMAS

La Dinámica de Sistemas contiene el conocimiento científico necesario para la construcción de modelos de simulación de sistemas complejos, mediante la representación de diversos fenómenos en niveles y flujos, que a su vez son la representación gráfica de ecuaciones diferenciales. Su creador, Jay Forrester, en su libro *Industrial Dynamics*², sentó las bases de lo que sería una poderosa herramienta para la simulación de diversos fenómenos, como lo es hoy la Dinámica de Sistemas.

La Dinámica de Sistemas desde un inicio se ha vinculado al estudio de problemáticas sociales. Diversos estudios evidencian que las políticas que se implantan para la solución de un problema resultan muchas veces peores que el mismo problema. La Dinámica de Sistemas ha sido una herramienta significativa para la comprensión de estos comportamientos contraintuitivos de los sistemas sociales, ya que plantear soluciones y aplicarlas al sistema en tiempo real, acarrea un estado de incertidumbre riesgoso dado el tiempo de espera requerido para obtener respuesta, lo cual puede traer graves consecuencias. Por esta razón, en el estudio de los dilemas sociales, la Dinámica de Sistemas ha jugado un papel significativo en su interpretación y entendimiento, brindando un campo amplio y prometedor para la comprensión y aprendizaje de fenómenos que permita el diseño de intervenciones sistémicas. Otros autores realizaron su aporte para el estudio del comportamiento contraintuitivo, esta vez enfocado a organizaciones para promover el aprendizaje organizacional. Sterman plantea un modelo de toma de decisiones donde permite concienciar a los individuos de una organización del impacto que tiene la toma de una decisión implantada en el modelo real (Ariza, Sotaquirá, Serrano 2005)³. Peter Senge afirma que la organización aprende de sus individuos, por lo tanto el desarrollo de las capacidades de estos es en gran

² FORRESTER, Jay. *Industrial Dynamics*. Pegasus. 1999.

³ ARIZA ZABALA, Gerly Carolina, SOTAQUIRÁ GUTIERREZ, Ricardo y SERRANO María Cristina. Juegos de Simulación Dinámico-Sistémicos para la Sostenibilidad de Recursos de Uso Común. En : CONGRESO LATINOAMERICANO Y ENCUENTRO COLOMBIANO DE DINÁMICA DE SISTEMAS. (3º : 2005 : Cartagena). Memorias del III Congreso Latinoamericano y encuentro Colombiano de Dinámica de Sistemas. Cartagena, 2005. 10 p.

medida el principio del aprendizaje organizacional. Según Senge, para lograr este aprendizaje se deben aplicar cinco disciplinas. (Senge 1992)⁴La revisión de la literatura disponible en Dinámica de Sistemas, en relación con bienes sociales y juegos de simulación, se realizó mediante la base de datos Proquest en la publicación System Dynamics Review y en las memorias de congresos nacionales e internacionales de Dinámica de Sistemas.

1.2 JUEGOS DE SIMULACIÓN

Los juegos de simulación son herramientas creadas con el fin de promover comportamientos razonables, mediante el aprendizaje del fenómeno inducido en su práctica, generando así un cambio en los modelos mentales de las personas. Dennis Meadows desarrolló un juego de simulación conocido como el banco de peces⁵; este juego ilustra de forma clara las consecuencias de la explotación irracional del recurso común, en este caso los peces. La motivación por la obtención de una ganancia individual, generalmente se ve alimentada por la competencia y por la mentalidad “si no lo hago, otro lo hará”. Este problema da como resultado una carrera desenfrenada hacia la depredación total del recurso común.⁶

1.3 TEORÍA DE JUEGOS

En 1944 aparece la publicación “The Theory of Games Behavior” un libro de Von Neumann y Morgenstern, donde se plantea un tipo de juego que trata en esencia la toma de decisiones en situaciones de conflicto. Se hacen dos planteamientos distintos de esta teoría, el primero de ellos estratégico o no cooperativo, donde lo mejor para cualquier jugador depende de la estrategia de los demás jugadores. En este juego los intereses son meramente opuestos y reciben el nombre de estrictamente competitivos, o también llamados juegos de suma cero, donde cualquier beneficio para un jugador, resulta en una situación desfavorable para el otro. En el planteamiento coalicional o cooperativo, se busca obtener una conducta óptima en un ambiente de muchos jugadores; los resultados obtenidos en este planteamiento no resultan tan reales como el primero, debido a su complejidad. Las estrategias individuales se ven desplazadas por coaliciones clasificándolas por conductas.

⁴ SENGE, Peter. La quinta disciplina: Como impulsar el aprendizaje Organizacional. Ediciones Juan Garnica SA. Barcelona. 1995.

⁵ MEADOWS, Dennis. Fish Banks, Ltd. A microcomputer-assisted simulation teaching the principles for sustainable management of renewable resources 1987

⁶ Ibid

A principio de los años cincuenta, Nash da origen a la idea del equilibrio para el planteamiento no cooperativo donde hizo ver claramente que el paradigma llamado suma de ceros era innecesario. La idea de equilibrio de Nash plantea que la elección de cada jugador es la respuesta a las elecciones de los otros jugadores.⁷

Elinor Ostrom aborda el tema de los recursos comunes desde el capital social, proponiendo teorías de acción colectiva. En el caso de las teorías de acción colectiva ya estudiadas, se planteaban individuos radicalizados, unos egoístas y otros muy racionales, y en el mundo real los comportamientos son más complejos. Además la suposición de que el egoísmo es universal fue descartada por algunas investigaciones en el campo de la teoría de juegos.⁸

La Teoría de Juegos ha incursionado levemente en el estudio de las ciencias políticas en comparación con otras áreas del conocimiento, como las del medio ambiente. La Teoría de juegos se plantea como una herramienta prometedora para el estudio de los problemas socio-políticos.

1.3.1 Juegos de Bienes Públicos. Como ejemplo de juegos experimentales útiles para medir las preferencias sociales tenemos: El juego del dilema del prisionero, el juego de bienes públicos, el juego del ultimátum, el del dictador, el de la confianza, el de intercambio de regalos y el de castigo de terceros. Fehr y Camerer, quienes ocupan un lugar muy privilegiado en la academia por sus numerosas e importantes investigaciones en economía y ciencias sociales, realizan un estudio que compara dichos juegos y presenta una panorámica del desarrollo de juegos experimentales relacionados con normas sociales y preferencias. Este estudio se titula "*Measuring social norms and preferences using experimental games: A guide for social scientists*"

La teoría de juegos presenta dos corrientes: (1) Usar juegos como lengua o taxonomía para analizar el mundo social; y (2) derivar predicciones exactas sobre cómo los jugadores actuarán en un juego si se asume que estos buscarán maximizar la "utilidad" de las consecuencias. La segunda corriente predomina en los libros textos de Teoría de Juegos, pero es inaccesible a los investigadores sociales por su rigurosidad matemática. La primera ofrece un acceso sencillo con un mínimo uso matemático y es la usada por Fehr y Camerer en esta investigación.⁹

⁷ HOLT, Charles y ROTH, Alvin. *The Nash equilibrium: A perspective*. Department of Economics, University of Virginia, Charlottesville. 2004.

⁸ FEHR, Ernst y CAMERER, Colin. *Measuring social norms and preferences using experimental games: A guide for social scientists*. University of Zurich. 2002.

⁹ Ibid.

Según la búsqueda realizada en la base de datos ProQuest y específicamente en la publicación System Dynamics Review (1999-2005), no se encuentran estudios en Dinámica de Sistemas ó Teoría de Juegos, abordando problemáticas sociales con bienes sociales básicos. Algunos términos usados en las búsquedas fueron: “public goods games”, “public goods”, “social goods”, “primary goods” y su relación con “System Dynamics” y “Game Theory”, entre otros.

1.4 TEORÍAS DE JUSTICIA

EL proyecto de investigación hace un enlace entre los resultados del modelo con elementos conceptuales provenientes de trabajos en justicia distributiva. Para este fin se escogió la obra más influyente en filosofía política de los últimos tiempos -Teoría de la Justicia-, para guiar el desarrollo del modelo, brindando elementos de juicio en la evaluación de resultados. Para abordar adecuadamente la noción de bien social, es fundamental emplear su concepto desde lo que Rawls entiende por estructura básica de la sociedad. No es propósito de la investigación proponer alguna idea política particular acerca de la justicia en la distribución. Así mismo, Rawls, en términos generales, se libra de especificidades, ya que no muestra su propia concepción de justicia, sino que proporciona un marco conceptual ideal, netamente teórico, para la determinación los principios de justicia y la determinación de las cargas y beneficios en la distribución social, propios de una sociedad justa.

1.4.1 Teoría de la Justicia. Esta obra es en esencia una crítica al utilitarismo clásico predominante en la sociedad actual. Su publicación relanza el debate sobre la filosofía política, recibiendo atención de economistas, sociólogos, teólogos y politólogos. Es una teoría contractual de naturaleza kantiana, en la cual se establecen unos principios generales de justicia para toda la sociedad, bajo una situación inicial hipotética denominada posición original, en la cual seres racionales no conocen sus capacidades, preferencias ni su posición social, dominados por un “velo de ignorancia”. Rawls afirma que cada persona tiene una inviolabilidad fundada en la justicia que no esta limitada ni siquiera por medidas que pudieran beneficiar a toda la sociedad.

El utilitarismo puede soportar el sacrificio de una porción de la sociedad si esto representa una ventaja para la sociedad en general, representando así el bienestar social como la suma promedio de utilidades de los miembros de la sociedad. Los individuos son de esta forma meros portadores pasivos de deseos.

Otra corriente dominante, el intuicionismo, considera que cada persona posee un conjunto de principios que deben aplicarse de acuerdo a la intuición, sin proporcionar un método para jerarquizar estos principios.

En contraposición a estas corrientes, Rawls establece dos principios de justicia, aplicables solo a las instituciones básicas de la sociedad, siendo estos el principio de igual libertad y el principio de la diferencia:

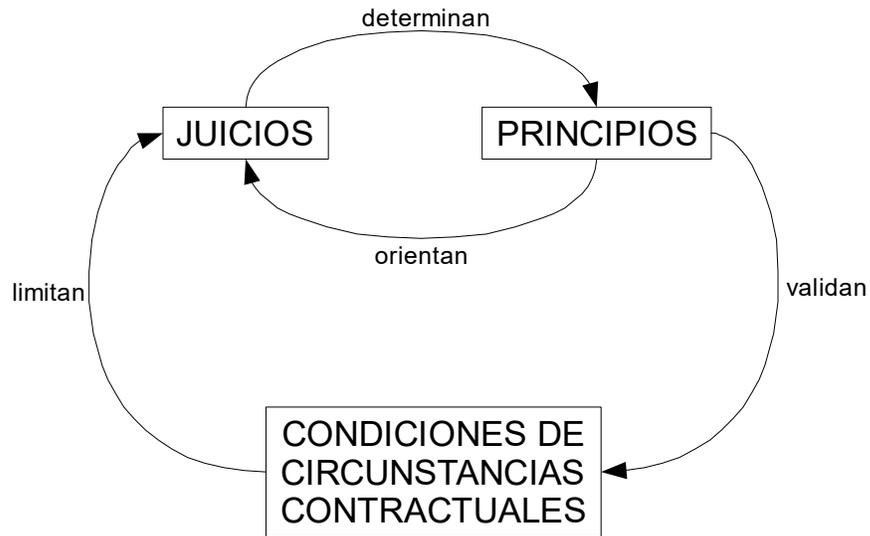
Primero: “Cada persona ha de tener un derecho igual al esquema mas extenso de libertades básicas que sea compatible con un esquema semejante de libertades para los demás.”

Segundo: “Las desigualdades sociales y económicas habrán de ser conformadas de modo tal que a la vez que: a) se espere razonablemente que sean ventajosas para todos b) se vinculen a empleos y cargos asequibles para todos”

Estos principios surgen del contrato social (posición original) y en ellos Rawls brinda un recurso teórico para afirmar el estatus moral igualitario de las personas; una idea básica de justicia, mas aproximada según Rawls, a nuestros juicios meditados acerca de la justicia, constituyendo así la base moral mas apropiada para una sociedad democrática. Esta formulación representa una situación de justicia procedimental pura, es decir, no se sabe cual es el resultado que se quiere lograr, pero el procedimiento establece un resultado equitativo. La importancia de una teoría de la justicia, es para Rawls, ver en que medida introduce orden y sistema en nuestros meditados juicios sobre una gran variedad de cuestiones.

Puede parecer que el único objetivo de la situación contractual y del velo de la ignorancia es entregar un principio moral sin premisas sustantivas. Rawls ilustra como la sociedad encuentra consensos en algunos de sus juicios como la injusticia de la intolerancia religiosa y la discriminación racial. Otros casos como la distribución correcta de la riqueza y la autoridad son temas de constante discusión y diversidad en sus posturas. Rawls llama equilibrio reflexivo al estado de cosas en el cual los juicios meditados de las personas coinciden con los principios de justicia. Este es un proceso iterativo en donde se parte de premisas básicas compartidas, que al ser lo suficientemente fuertes generan un principio; a su vez los principios pueden validar la situación inicial por la capacidad que tengan de acomodarse a las mas firmes convicciones de los individuos.

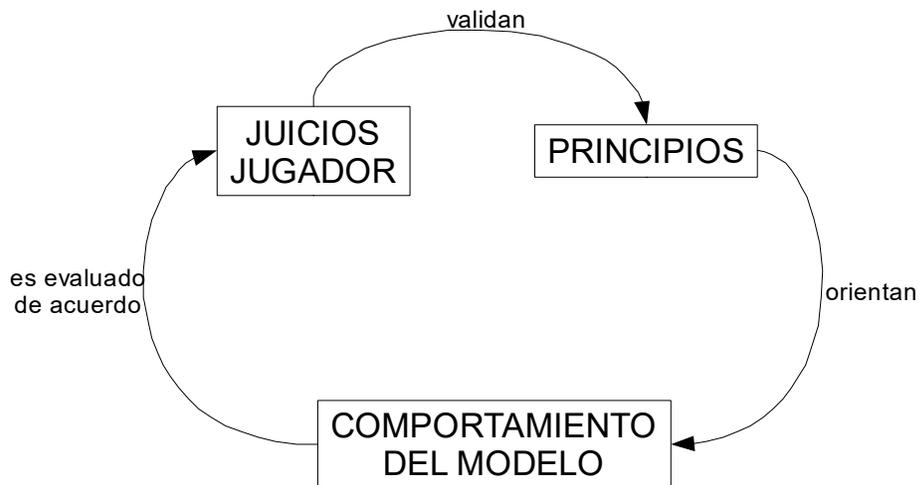
Figura 1. Diagrama del proceso de la situación contractual.



Fuente. Autores del proyecto.

Esta es la dinámica de la situación inicial, parte fundamental del planteamiento teórico Rawlsiano. A su vez, la dinámica del proyecto presenta un comportamiento similar, con diferencia en que se parte de los principios de justicia ya definidos por Rawls. La atención se concentra entonces en la representación de esos principios en el modelo, siendo posteriormente validados por el jugador en los resultados de la simulación.

Figura 2. Diagrama del proceso de validación.



Fuente. Autores del proyecto.

2. DEFINICIÓN DEL MODELO

2.1 INTRODUCCIÓN

El estudio de una obra como Teoría de la Justicia de Rawls y su aplicación a un modelo dinámico-sistémico que incorpore sus principales supuestos, representa una tarea compleja en contraste con otros casos de modelado basados en estudios descriptivos de comportamientos. La definición de una referencia, que indique comportamientos modelables como ciclos o la valoración de ciertas variables significativas, que no se encuentran representadas de esa manera en dicho texto, hacen de este ejercicio de modelado un trabajo de interpretación laborioso, donde para propósitos de implementación se toman en cuenta los aspectos básicos de recaudo, distribución y comportamiento de los ciudadanos.

Otros casos de modelado, cuyo insumo proviene de teorías descriptivas, pueden representarse con mayor exactitud, dado que proveen descripciones matemáticas del comportamiento, siendo así fácilmente adaptables al lenguaje dinámico-sistémico.

La particularidad de la Teoría de la Justicia radica en su alto nivel de abstracción, su esencia es meramente conceptual, no dejando de lado que ciertos comportamientos que dan soporte a la teoría se pueden representar en el modelo.

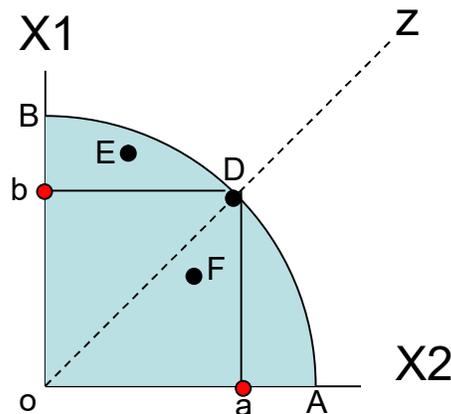
El modelo resultante elabora la teoría desde aspectos básicos como el recaudo, la distribución y el comportamiento de los ciudadanos, todos ellos documentados.

2.2 CAUSALIDAD DEL MODELO

En esta sección se describen conceptos básicos del modelo en pequeños fragmentos, que ayudan a comprender mejor la causalidad del modelo, la visualización de sus partes individualmente ayudan a entender el comportamiento individual y el porque de las reacciones del modelo frente a ciertas circunstancias que se presentan en el micro mundo.

2.2.1 Distribución – Acceso. Rawls presenta el concepto de eficiencia de Pareto¹⁰ el cual afirma que una configuración del sistema económico es eficiente, siempre que sea posible cambiarla de modo que beneficie a algunas personas (al menos una) sin que al mismo tiempo dañe a otras personas (al menos una).¹¹ Se define como distribución óptima el punto D en la figura 1, en el cual un bien es repartido de forma igual para X1 y X2, suponiendo una interpretación interpersonal y cardinal de los ejes.¹² Esto quiere decir, que no existe otro punto que represente una ganancia mutua mayor. Un incremento en la distribución para una población representa un decremento en la distribución para la otra, de moverse sobre la curva AB. Para el caso de distribución de un recurso, todos los puntos sobre la curva AB son eficientes, ya que este se distribuye en su totalidad. El punto D en la distribución para las poblaciones, representa un punto intermedio de distribución perfectamente justo y eficiente a la vez. La eficiencia es una característica importante en la sociedad, pero ella no puede ubicarse por encima de la justicia. Según Rawls la justicia es la primera virtud de las instituciones, por ello debe ser prioritaria a la eficiencia. Teniendo en cuenta este hecho, es preferible el punto F al punto E, ya que el primero, al estar próximo a la línea de 45°, representa una distribución equitativa y por ende, más justa.¹³ Rawls emplea este concepto para ilustrar lo que significa “ventaja para todos” en la primera parte del segundo principio, el de la diferencia. Es ventajoso para todos producir más de un bien sin tener que renunciar a algo de otro, la provisión mayor de bienes podría emplearse para mejorar circunstancias de algunas personas sin empeorar las de otras.¹⁴

Figura 3. Eficiencia de Pareto



Fuente. RAWLS, John. Teoría de la justicia. México: Fondo de Cultura Económica, 1979. p.91.

¹⁰ Introducido por Vilfredo Pareto en su libro *Manuel d'économie politique*. París: 1909.

¹¹ Fuente. RAWLS, John. Teoría de la justicia. México: Fondo de Cultura Económica, 1979. p.73.

¹² En términos del contexto del proyecto, X1 y X2 representan a una población favorecida y otra no favorecida.

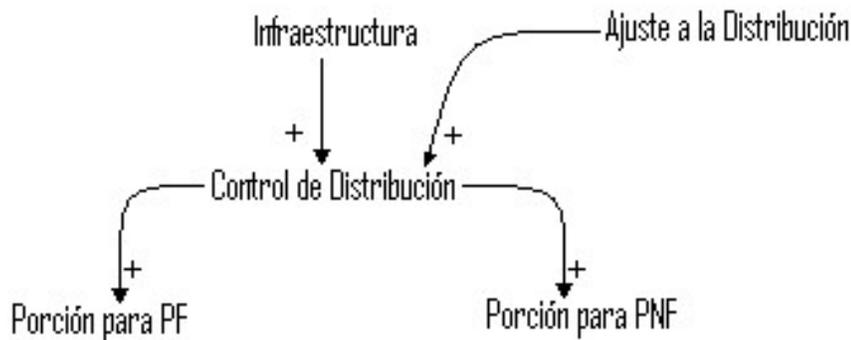
¹³ Fuente. RAWLS, John. Teoría de la justicia. México: Fondo de Cultura Económica, 1979. p.91.

¹⁴ Ibid pág 73.

La distribución que se emplea en la simulación es por defecto igualitaria, pero puede cambiar de forma endógena para beneficiar a una población a medida que su situación empeore, con el fin de mantener una distribución justa. El parámetro ajuste al cobro, es el que incide en la creación de infraestructura, de acuerdo a la diferencia entre el estado actual y el estado deseado de infraestructura; es así que este se relaciona con la eficiencia al intentar ajustarse al nivel deseado. Será Rawlsiana toda distribución que procure una ventaja de una población sin detrimento de otra; esto es, un aumento en la eficiencia sujeto a la justicia, que gráficamente significa un desplazamiento de un punto en dirección noreste. En el modelo el nivel de eficiencia depende del nivel de infraestructura. Se asume en el modelo que un aumento de ventajas para una población implicará pérdidas para otra y viceversa. Por tanto, el parámetro de distribución se podrá desplazar solo sobre las curvas convexas similares a AB.

Un bien social se identifica por su indivisibilidad y publicidad, aclarando esto Rawls expresa: “en una sociedad hay un bien y muchos individuos que pretenden mas o menos de ese bien, pero si todos han de disfrutarlo ha de ser en la misma proporción”¹⁵. Como se puede ver en la gráfica siguiente, habrá mas porción para cada una de las poblaciones entre mas infraestructura exista.

Figura 4. Diagrama causal distribución

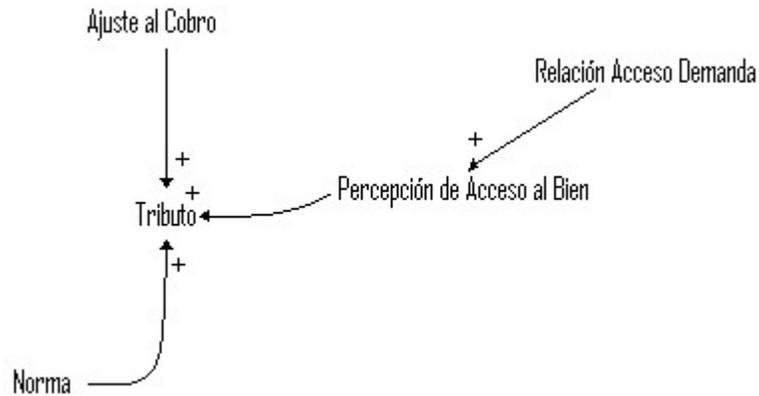


Fuente. Autores del proyecto.

¹⁵ Ibid pag 304

2.2.2 Norma y tributo

Figura 5. Diagrama causal tributo.



Fuente. Autores del proyecto.

El pago de la población se ve afectado por tres aspectos básicos respaldados por la teoría de Rawls donde se hace mención a estos.

Definidos así en el modelo:

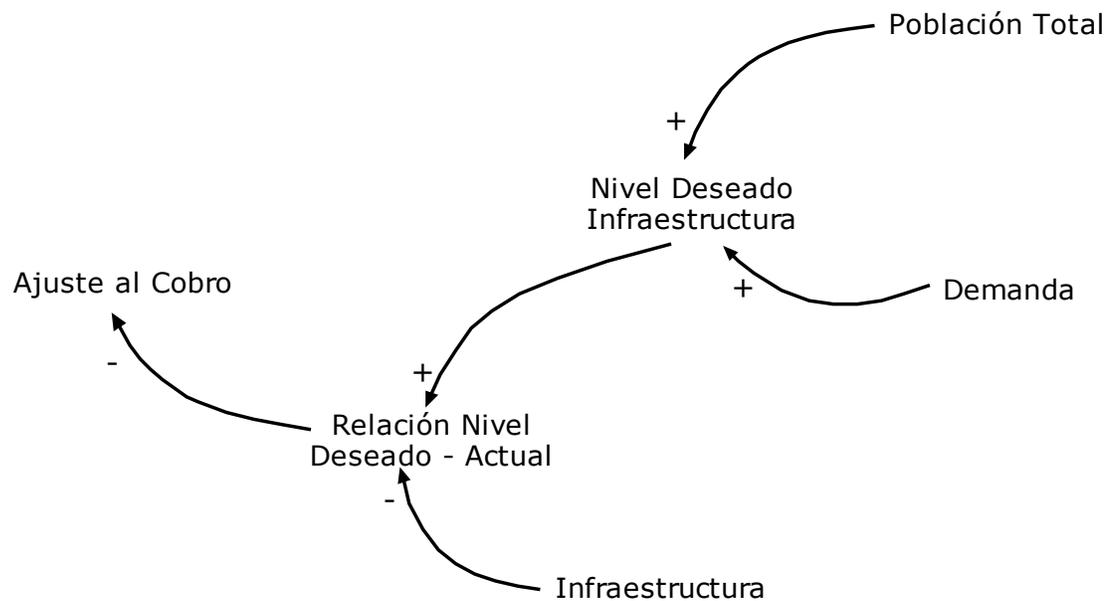
- Pago necesario.
- Percepción de acceso al bien.
- Normatividad.

2.2.3 Tributo Pago necesario. Es preferible un impuesto sobre las necesidades, ya que esto no ignora la demanda de necesidad, sustentando un apropiado nivel de vida. “Es importante destacar que un impuesto proporcional sobre el gasto puede ser una parte del mejor esquema impositivo”¹⁶

El pago necesario es un ajuste dado por la relación del estado del nivel “infraestructura” y la “demanda total”.

¹⁶ Ibid, pag 316.

Figura 6. Diagrama causal ajuste al cobro.



Fuente. Autores del proyecto.

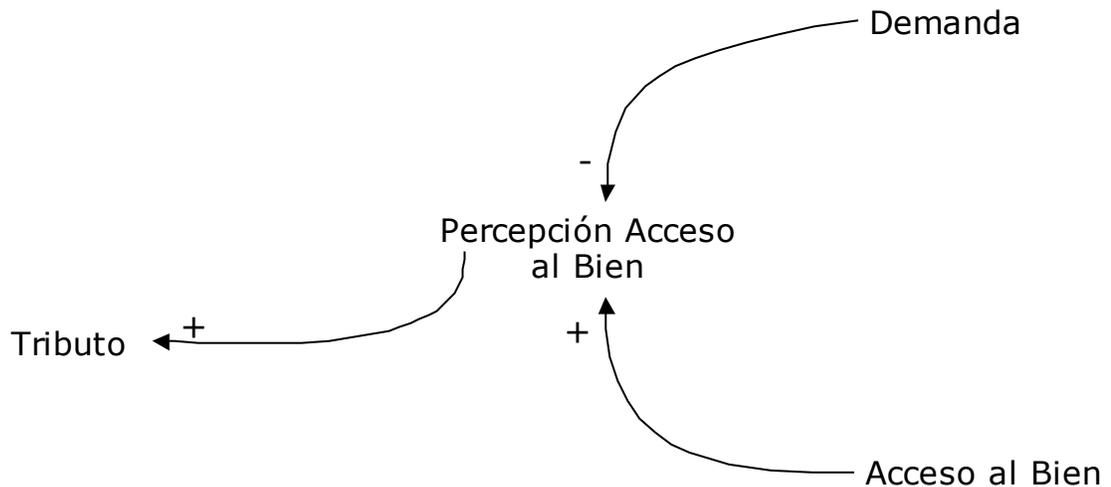
2.2.4 Tributo por percepción de acceso al bien. La percepción de acceso al bien es la reacción directa del ciudadano frente a su acceso real, en este caso de acuerdo a la infraestructura, soporte del bien social.

“La voluntad de contribución de cada persona es contingente respecto a la contribución de los demás”¹⁷

La percepción de acceso al bien puede ilustrarse al pensar a cada individuo como un medidor de cooperación poblacional, que actúa de una manera u otra de acuerdo a su percepción de cooperación.

¹⁷ Ibid pag 307.

Figura 7. Diagrama causal Percepción acceso al bien.



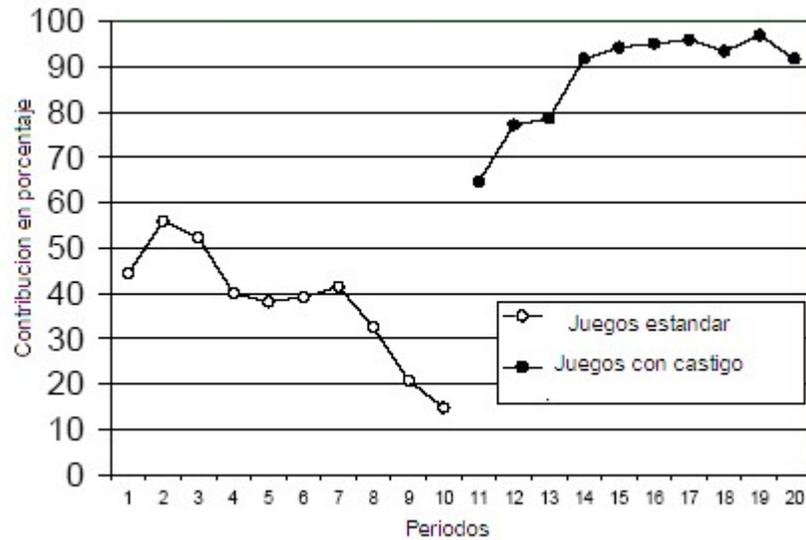
Fuente. Autores del proyecto.

Puede ocurrir un comportamiento derivado de obtener un resultado no esperado en la demanda, "los ciudadanos pueden sufrir la tentación de evitar contribuir, cuando creen, o sospechan con razón, que los demás también lo evitan"¹⁸.

2.2.5 Tributo por Norma. La norma es un aspecto básico para Rawls y es definida como herramienta fundamental para el incentivo en la cooperación a partir de estudios en teoría de juegos. (camerer y ferh)

¹⁸ Ibid pag 376

Figura 8. Grafica comparativa Teoría de Juegos.



Fuente. CAMERER, Colin y FEHR, Ernst. Measuring social norms and preferences using experimental games: A guide for social scientists. University of Zürich, 2003. p.12.

Todos los individuos tienen una inclinación natural que busca maximizar sus ganancias individuales, lo cual es claramente marcado en los sistemas sociales, cuando individuos reciben los beneficios de la cooperación sin haber cumplido su parte.

Figura 9. Matriz de pagos ciudadano vs población.

Grado de beneficio $A > \dots > D$

Juego tipo PD

Jugador 2

		Cooperar	No Cooperar
		A,A	A,A
Jugador 1	Cooperar	A,A	A,A
	No Cooperar	A,A	D,D

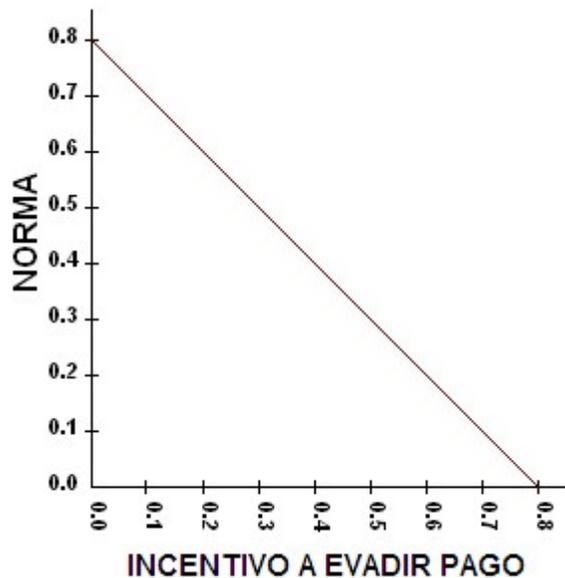
Fuente. Autores del proyecto.

Donde hay una cantidad de personas con muchas individualidades, surge la tentación para cada persona de evitar cumplir su parte¹⁹

En este juego tipo PD se puede observar que si los dos jugadores cooperan obtendrán el pago más alto A, que es mucho mejor que el pago D cuando ninguno coopera; pero el hecho de que un jugador reciba el mismo pago al no cooperar, que el de uno que si coopera, produce una tentación creciente hacia la no cooperación.

La norma es definida como una herramienta fundamental para la estabilización del modelo y el control de comportamientos egoístas. Crea confianza para quienes aportan y castiga a quienes evaden.²⁰

Figura 10. Norma y evasión al pago.



Fuente. Autores del proyecto.

La norma presenta un comportamiento inverso al incentivo a evadir pago; de esta manera se asigna a ella un peso de 0.8, afectando directamente a la tributación.

¹⁹ Ibid pag 304

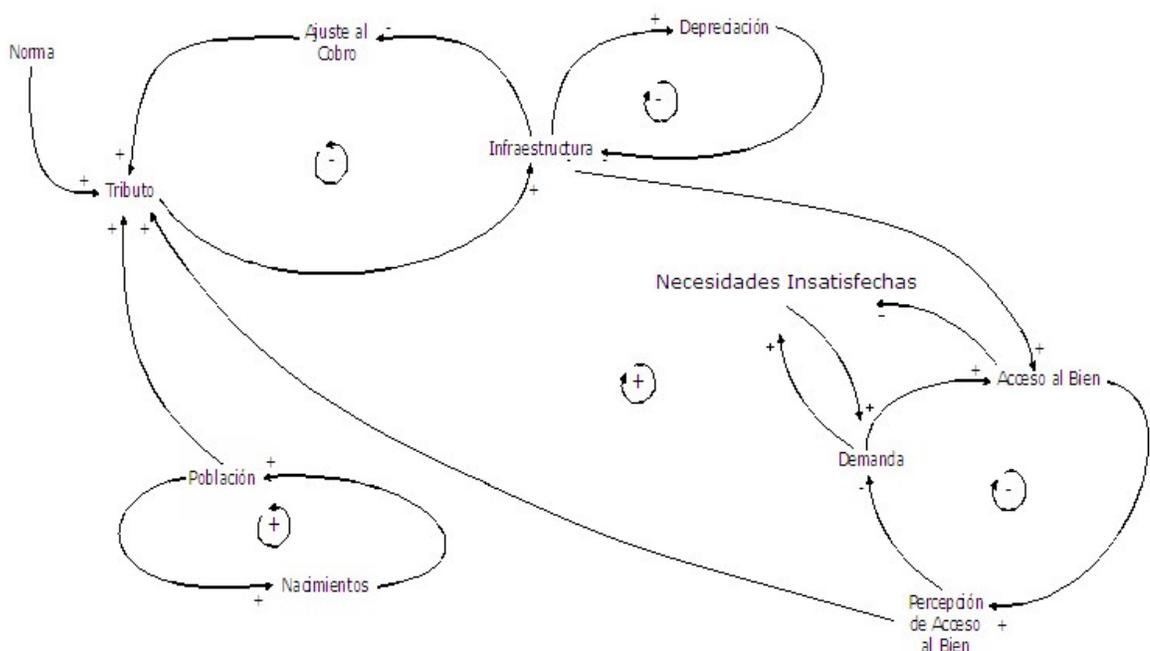
²⁰ Ibid pag 304, 306, 376.

2.2.6 Diagrama Causal General. La teoría de la justicia plantea una función de distribución segmentada en dos partes significativas, una distribución basada en principios de justicia y una segunda que es un esquema de tributación para la creación de los beneficios de la cooperación, estos últimos representados en el modelo como una infraestructura representada en un nivel.

Para la creación del modelo se tomaron las variables más significativas comprometidas con esta función de distribución, mas adelante mencionadas. Así mismo se tomaron en cuenta comportamientos tales como la percepción por parte de los ciudadanos y sus reacciones de acuerdo a esta percepción.

La infraestructura modelada puede representar un bien social tangible, por ejemplo la infraestructura que sustenta la educación (escuelas, universidades, etc.). El estado de esta infraestructura afecta el nivel de acceso que se tenga a ese bien, influyendo en la demanda que se va a acumulando por desatención.

Figura 11. Diagrama General.



Fuente. Autores del proyecto.

3. INFORMACION PARA LA SIMULACIÓN

El modelo consta de dos poblaciones, definidas como población favorecida (PF), y población no favorecida (PNF), estas poblaciones tributarán y se verán beneficiadas de su contribución.

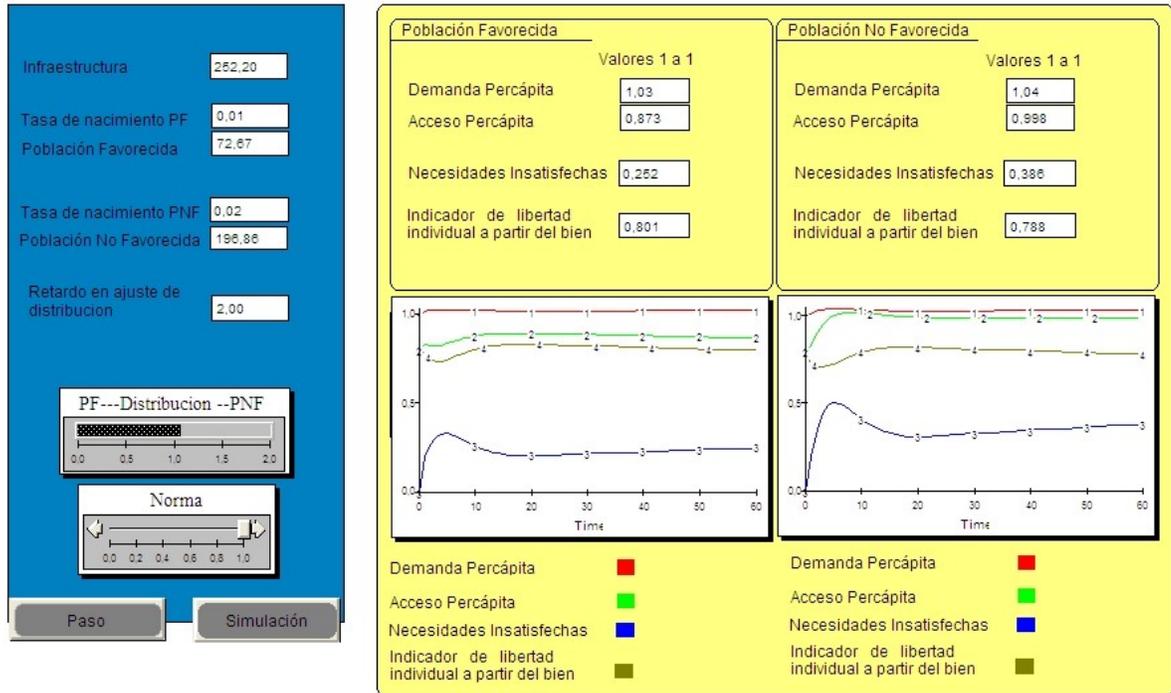
El aporte de la PF se definió en 1.3 unidades, y su demanda básica como 1 unidad. La demanda básica corresponde a lo sustancialmente necesario, entendiendo así, que valores superiores a la unidad representan valor agregado. El aporte de la PNF se definió en 0.7 unidades, y su demanda básica en 1 unidad. Las demandas básicas son las mismas para cada población, justamente porque son las demandas que cualquier ser humano tiene de un bien social básico. Se define una carga mayor para la población favorecida acudiendo al principio de la diferencia; este puede entenderse como un subsidio de parte del sector más favorecido de la población hacia en menos favorecido; subsidio definido como viable dentro del marco de la teoría. Rawls dice que el principio de la diferencia exige que las superiores expectativas de los más favorecidos contribuyan a las perspectivas de los más necesitados.

Se busca evitar en el ajuste endógeno de la distribución, la acumulación de demandas insatisfechas, ya que desatenderlas trae grandes costos sociales mucho más complejos de remediar.

Solo una porción del aporte total de toda la población se destina a la infraestructura de bien. Damos por supuesto para efectos de simplificación, que el rubro destinado a otros gastos, no afecta el comportamiento de la población frente al bien en cuestión.

4. INTERFAZ

Figura 12. Interfaz.

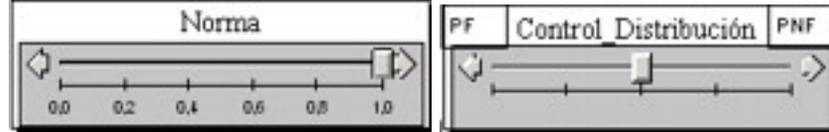


Fuente. Autores del proyecto.

La interfaz se asemeja a un tablero de control, donde el jugador puede manipular ciertas variables para observar el cambio de comportamiento en la simulación, así como la posibilidad de creación de escenarios distintos.

Se tienen dos versiones del modelo, una en donde el jugador puede manipular el control de distribución y otro donde este parámetro es controlado endógenamente. Adicionalmente, en cada versión es posible establecer que peso, en un rango de cero a uno, se le da a la norma en dicha sociedad. Otro parámetro importante es el retardo en el ajuste, que dice que tan sensible es la sociedad a las políticas implementadas, o mejor, el tiempo que toma para recibir respuesta de dichos estímulos. Este retardo tiene un valor por defecto de cuatro.

Figura 13. Controles.



Fuente. Autores del proyecto.

Los parámetros establecidos por defecto buscan inducir en el comportamiento del modelo una sociedad Rawlsiana; algo aproximado a lo que Rawls llama sociedad bien ordenada.

El jugador también puede crear escenarios diferentes a partir de la cantidad de personas definidas para cada población, con su respectiva tasa de natalidad.

Figura 14. Creación de escenarios.

Fuente. Autores del proyecto.

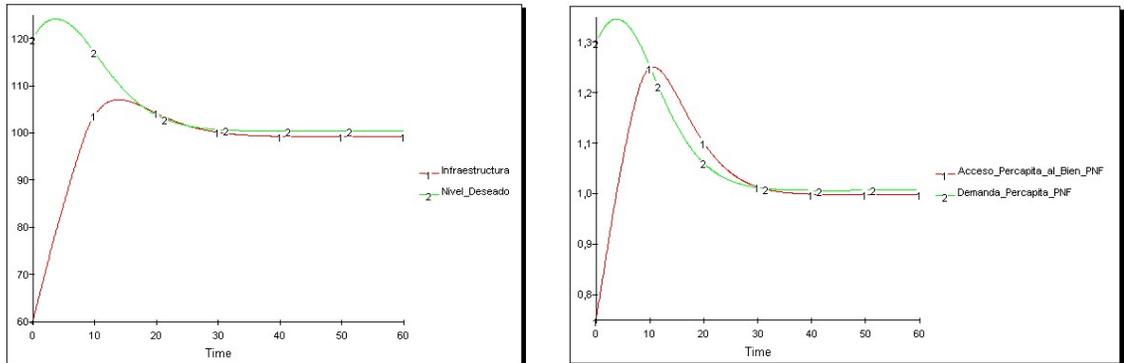
La simulación se corre paso a paso, para que el jugador reaccione al comportamiento del modelo en base a las políticas que definió previamente. Es recomendable que las tasas de natalidad solo sean modificadas al inicio de la simulación, ya que cambios durante una corrida pueden arrojar resultados difíciles de interpretar.

La simulación se da en 60 pasos definidos como años, donde la infraestructura modelada tiene una vida útil de 20 años.

Las gráficas resultantes de la simulación muestran el comportamiento de la infraestructura frente al nivel deseado, y de la demanda frente al acceso. Se refleja en ellas el comportamiento dinámico del modelo, que inicia de forma oscilatoria y finalmente se estabiliza. El crecimiento del nivel deseado produce un aumento en la infraestructura, y esta última, decrece por la pérdida de nivel deseado, que se explica por el buen acceso per cápita previo. El comportamiento de la infraestructura frente a los cambios de nivel deseado no presenta una reacción instantánea. La influencia en el comportamiento dinámico de ambas variables es mutua. Se observa en la figura 13 un comportamiento similar, originado en el ajuste endógeno del parámetro de distribución que busca estabilizar el sistema en la sustentación de las demandas de bienes sociales básicos de la población.

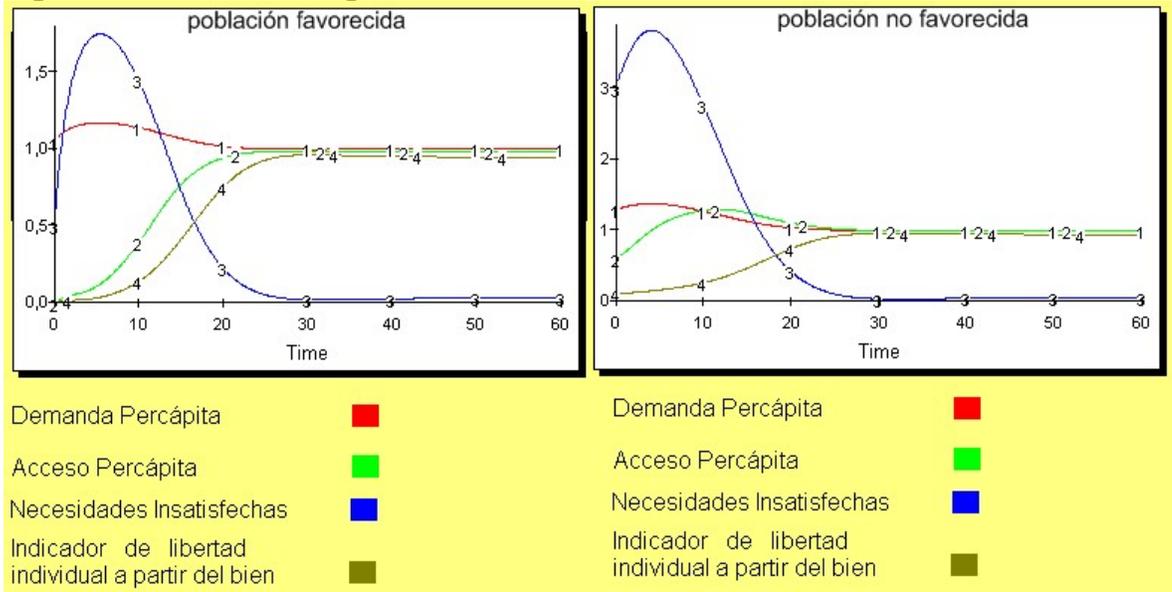
La infraestructura se ajusta al nivel deseado, este último influenciado por la demanda que a su vez depende del acceso per cápita y finalmente este último del nivel de la infraestructura.

Figura 15. Infraestructura y acceso.



Fuente. Autores del proyecto.

Figura 16. Modelo Endógeno.



Fuente: Autores del proyecto.

La figura 16 muestra el comportamiento del modelo endógeno el cual ajusta la distribución de manera automática, de acuerdo a la interpretación distributiva de los principios Rawlsianos. El modelo reacciona directamente frente a la demanda insatisfecha previniendo siempre su acumulación, atribuida naturalmente en mayor medida a la población no favorecida, teniendo en cuenta que los factores de

disipación de demanda son mayores para la población favorecida, ya que cuentan con otras opciones para satisfacer su libertad individual representada por el bien. La población no favorecida tiene un acceso prioritario al bien, mientras la favorecida puede verse con acceso restringido; esto de acuerdo con los principios Rawlsianos trata de evitar una acumulación de demanda insatisfecha que al ser desatendida, presenta crecimientos acelerados.

En el modelo que permite cambiar el parámetro distributivo, pueden tomarse decisiones paso a paso de acuerdo a los resultados arrojados, desplazando la barra distributiva de un extremo a otro. Así mismo puede desplazarse la barra normativa, indicando así que tanto peso quiere dársele a la norma. En la ejecución de este modelo se entiende que las políticas deben ser dinámicas, retroalimentadas por el resultado de decisiones anteriores, pudiendo dar cuenta en mejor manera del comportamiento contraintuitivo de los dilemas sociales.

5. CONCLUSIONES

Modelar teorías normativas en términos deterministas puede resultar ineficaz si se pretende representar la teoría como tal; pero resulta útil establecer puntos comunes que permitan dar a la teoría un reflejo práctico, y a su vez, un aire de abstracción al ejercicio de modelar, tal que permita involucrar con mayor frecuencia a las ciencias humanas con las ciencias exactas, como en este caso, las Ciencias Políticas con la Dinámica de Sistemas.

Ciertos comportamientos se pueden reflejar claramente en el modelo ya que representan causas y efectos; aunque no se presenten descripciones matemáticas de dichos comportamientos, es posible plasmarlos y modelarlos mediante abstracciones como la que establece una unidad como representación de la satisfacción básica de un bien. Mas que una desventaja resulta útil en la comprensión de un modelo que es de insumo meramente teórico. Y aunque las políticas de justicia se ven ligadas con los números no hay que confundir una política con una teoría.

Las tasas de nacimiento inciden de forma significativa en el comportamiento, especialmente si la población subsidiada crece significativamente. La población favorecida no esta dispuesta a sacrificar todos los beneficios de la cooperación para subsidiar los requerimientos crecientes de la no favorecida.

Modelar fenómenos sociales es una forma de enriquecer el conocimiento de una problemática social y de organizar los juicios de las personas, que usualmente se ven influenciadas por sentimientos, coyunturas e intereses, al transformar las ideas en elementos más objetivos para ser evaluados y debatidos en un modelo. Sin embargo, los dilemas sociales son situaciones complejas que al ser vistas desde la plantilla de la dinámica de sistemas, implican una reducción y abstracción de la realidad.

Las teorías contractuales representan un recurso útil de donde partir para definir unos principios básicos que puedan ser fácilmente validados en la razón común. Desplegar toda una teoría en base a dichos principios resulta, más que algo irreal, una base solida ideal para revisar los juicios de las personas que se encuentran siempre parcializados.

El desarrollo posterior de micromundos Rawlsianos puede orientarse en representar ambientes de mayor complejidad, enfocándose no solamente a lo distributivo sino también al esquema básico de las libertades del primer principio. Así también, puede ser interesante el desarrollo de una sociedad cuya característica fuera un velo de la ignorancia permanente partiendo de los mismos principios Rawlsianos, ya que los resultados arrojados pueden ser útiles en el análisis que surge de compararlos con el comportamiento humano.

El estudio de dilemas sociales desde la dinámica de sistemas o la teoría de juegos, representa una oportunidad apremiante para remediar el problema de parcialidad en los juicios de las personas y lo difuso en el discurso ideológico, pasando a un estado de cosas dominado por aspectos más asequibles en la discusión y validación. La principal objeción que aparece es la posible parcialidad impregnada de la misma forma en otros lenguajes, pero la práctica muestra que el aprendizaje generado de estos ejercicios es sumamente útil, ya que es la particularidad de este lenguaje (dinámica de sistemas y teoría de juegos) la que hace que los juicios sean más ordenados y menos propensos al componente emotivo en las discusiones.

BIBLIOGRAFIA

ARIZA, Gerly Carolina; SOTAQUIRÁ, Ricardo y SERRANO María Cristina. Juegos de Simulación Dinámico-Sistémicos para la Sostenibilidad de Recursos de Uso Común. En : CONGRESO LATINOAMERICANO Y ENCUENTRO COLOMBIANO DE DINÁMICA DE SISTEMAS. (3º : 2005 : Cartagena). Memorias del III Congreso Latinoamericano y encuentro Colombiano de Dinámica de Sistemas. Cartagena: 2005. 10 p.

FEHR, Ernst y CAMERER, Colin. *Measuring social norms and preferences using experimental games: A guide for social scientists*. University of Zurich. 2002.

RAWLS, John. Teoría de la Justicia. Mexico: Fondo de Cultura Economica, 1985.

FORRESTER , Jay. *Counterintuitive Behavior of Social Systems*. En : *Technology Review*, Vol. 73, No. 3, 1971. p. 52-68.

FORRESTER , Jay. *Industrial Dynamics*. Pegasus. 1999.

HOLT, Charles y ROTH, Alvin. *The Nash equilibrium: A perspective*. Department of Economics, University of Virginia, Charlottesville. 2004.

JAÉN, Sebastián y DYNER R. Isaac. La rentabilidad del crimen: ¿un problema de presupuesto, prisiones o políticas? En : PRIMER CONGRESO LATINOAMERICANO DE DINÁMICA DE SISTEMAS. (3º : 2002 : Monterrey). Memorias del III Congreso Latinoamericano y encuentro Colombiano de Dinámica de Sistemas. Cartagena, 2005. 10 p.
2002.

JAÉN, Sebastián y MONTOYA Santiago. Aprendizaje y cooperación. En : CONGRESO LATINOAMERICANO Y ENCUENTRO COLOMBIANO DE DINÁMICA DE SISTEMAS. (3º : 2005 : Cartagena). Memorias del III Congreso Latinoamericano y encuentro Colombiano de Dinámica de Sistemas. Cartagena, 2005.

MEADOWS, Dennis. Fish Banks, Ltd. A microcomputer-assisted simulation teaching the principles for sustainable management of renewable resources 1987

OSTROM, Elionor, Una perspectiva del capital social desde las ciencias sociales: Capital social y acción colectiva. Revista mexicana de sociología. 2003.

SENGE, Peter. La quinta disciplina: Como impulsar el aprendizaje Organizacional. Ediciones Juan Garnica SA. Barcelona. 1995.

STERMAN, J. Modeling *Managerial Behavior, Misperceptions of Feedback in a Dynamic Decision Making Experiment*. 1989.

