

HERRAMIENTAS PARA INVESTIGAR LA SOSTENIBILIDAD: LA DINÁMICA DE SISTEMAS PARA ENFRENTAR LA POBREZA EN SURAMÉRICA

Luciano Gall n*, Diego Gómez** y Miquel Barceló***

Doctorado Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo
Cátedra UNESCO de Sostenibilidad
C/ Colom, 1
08222 – Terrassa, España
Tel: +34 93 739 8050
www.catunesco.upc.edu

* Profesor Titular, Universidad Pontificia Bolivariana, Colombia

** Director ECSIM, Colombia

*** Catedrático EU, Universitat Polit cnica de Catalunya, España

* luciano.gallon@upb.edu.co, ** diegogo@elcolombiano.com.co, *** blo@lsi.upc.edu

Palabras clave: Pobreza, Sostenibilidad, Suramérica, Dinámica de Sistemas, Modelado.

RESUMEN

Según Naciones Unidas, en el año 1950 vivían en Suramérica unos 113 millones de personas, ese número ha llegado a unos 385 millones en 2008, casi tres veces y media más, y se estima que para el 2050 llegar  a unos 516 millones. De otra parte, un análisis global de las dinámicas de población con corte en 2008 revela que, aproximadamente, por cada nacimiento que se da en un entorno de riqueza, se dan unos 38 en entornos de pobreza. Son ese tipo de dinámicas las que revelan la necesidad de contar con nuevos modelos de los sistemas sociales, ecológicos y económicos en los que se desarrollan poblaciones determinadas para poder analizar y sintetizar sus posibles escenarios de sostenibilidad. Pero para responder si es posible avanzar en la compresión, el control y la reducción la pobreza en Suramérica con desarrollo sostenible, no sólo se necesita de un modelo, sino de una herramienta para investigarlo como la Dinámica de Sistemas. Esa es la dirección en la que va esta investigación, parte de la tesis ‘Modelo de Sostenibilidad Regional, Dinámica de Sistemas para enfrentar la pobreza en Suramérica’ que se elabora en el marco del Doctorado en Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo de la Universidad Polit cnica de Cataluña, y que se apoya entre otros, en principios de la economía sistémica, la sociocibern tica y la informática para conformar un marco teórico y práctico que sustente la modelización con dinámica de sistemas de la región de Suramérica para tener una plataforma que sirva como apoyo para descubrir posibles inconsistencias y desalienamientos entre las concepciones tradicionales del desarrollo y la sostenibilidad y dar nuevas luces, aportar escenarios de soluciones y proveer una innovadora herramienta de investigación y gestión, para enfrentar la realidad trágica de pobreza de más de la mitad de los habitantes de 17.840.000 km² de biósfera del planeta tierra.

Un panorama básico de Suramérica

Suramérica es una región del planeta tierra con un área aproximada de 17.840.000 km², un 12% de la tierra emergida. Desde su extremo norte hasta su extremo sur hay unos 7,500 km (lineales) y desde su extremo occidental a su extremo oriental unos 5,100 km (lineales). Sólo está conectada con otra zona continental del planeta, Centroamérica, a través de las tierras que conforman el llamado Darién en la frontera entre Colombia y Panamá, contando así con más de 20,000 km de costas en los océanos Pacífico y Atlántico. Su topografía es de extremos, pues la cordillera de los Andes la atraviesa de norte a sur durante 7,500 km con una altura promedio de 4,000 msnm, y con alturas de hasta 6,982 msnm en el pico Aconcagua. Así, hay tierras al occidente de la cordillera formando toda una costa montañosa selvática estrecha con el Pacífico y unas inmensas llanuras de selva tropical, la Amazonía y la Pampa, al oriente de los Andes, hasta formar todas las costas con el Atlántico. De esta manera la conectividad terrestre o fluvial entre occidente y oriente es prácticamente inexistente o realizada únicamente por vía área o marítima. Lo anterior puede servir de explicación de la ubicación de los principales asentamientos humanos de la región como se relaciona en la Tabla 1.

Tabla 1. Principales asentamientos humanos de Suramérica.
(Elaboración propia a partir de datos de Google Earth y Wikipedia)

País	Ciudad	Año Fundación (Conquista)	Población (est. 2005)	Altitud (msnm)	Distancia al mar (km lineales)	Rio al mar
Argentina	Buenos Aires	1,536	12,789,000	1	0	Plata
	Córdoba	1,573	1,372,000	700	620	No
	Rosario	1,724	1,242,000	30	250	Paraná
Bolivia	Santa Cruz de la Sierra	1,561	1,540,000	410	750	No
	El Alto	1,940	860,000	4,150	300	No
	La Paz	1,548	835,000	3,700	315	No
Brasil	São Paulo	1,554	10,990,249	760	55	No
	Rio de Janeiro	1,565	6,161,047	0	0	No
	Salvador	1,534	2,948,733	0	0	No
Chile	Gran Santiago	1,541	6,000,000	570	100	No
	Gran Concepción	1,550	950,000	12	0	Biobío
	Gran Valparaíso	1,536	850,000	5	0	No
Colombia	Bogotá	1,538	6,840,116	2,600	360	No
	Medellín	1,541	2,223,078	1,540	195	No
	Cali	1,536	2,068,386	995	80	No
Ecuador	Guayaquil	1,538	2,157,853	4	0	Guayas
	Quito	1,534	1,516,353	2,850	160	No
	Cuenca	1,557	305,772	2,550	90	No
Guyana	Georgetown	1,781	134,599	0	0	Demerara
	Linden	1,970	29,521	48	86	Demerara
	Nueva Ámsterdam	1,740	17,526	6	4	Berbice
Guyana(Fra)	Cayena	1,643	62,926	0	0	Cayena
	Matoury	1,656	29,347	0	1	Cayena
	Kourou	1,645	23,813	2	0	Kourou
Paraguay	Asunción	1,537	525,662	43	900	De la Plata
	Ciudad del Este	1,957	320,700	185	610	Paraná
	San Lorenzo	1,775	287,977	126	885	De la Plata
Perú	Lima	1,535	7,870,000	110	0	No
	Arequipa	1,540	1,200,000	2,335	86	No
	Trujillo	1,534	820,000	34	0	No
Surinam	Paramaribo	1,603	242,946	3	0	Surinam
	Lelydorp	1,905	17,000	6	10	Surinam
	Nueva Nickerie	1,879	13,410	2	4	Corentyne
Uruguay	Montevideo	1,726	1,269,648	43	0	No
	Salto	1,756	99,072	48	290	Uruguay
	Paysandú	1,749	84,162	42	185	Uruguay
Venezuela	Caracas	1,567	3,276,000	900	12	No
	Maracaibo	1,529	2,063,670	6	0	No
	Valencia	1,555	1,385,202	479	32	No

La  nica gran vía terrestre del continente es la llamada carretera panamericana que lo

crucza de sur a norte por la cordillera de los Andes. Existen tres grandes vías fluviales, los ríos Amazonas, Orinoco y Paraná que, aunque cuentan con más 12,000 km de cauces, no han sido factores determinantes de localización de asentamientos humanos o procesos de industrialización notables. Por otra parte, en la Tabla 2 se presentan los datos de población humana de Suramérica y se observa como en los últimos 45 años ha tenido un crecimiento acelerado y significativo.

Tabla 2. Población de Suramérica 1960 - 2005.
(Elaboración propia a partir de indicadores del Banco Mundial¹)

País	1960	1970	1980	1990	2000	2005	Crecimiento 1960-2005	Crecimiento % de 1960
Argentina	20.6	24.0	28.1	32.6	36.9	38.7	1.9	88
Bolivia	3.4	4.2	5.4	6.7	8.3	9.2	2.7	171
Brasil	72.7	96.0	121.6	149.5	174.2	186.8	2.6	157
Chile	7.6	9.6	11.2	13.2	15.4	16.3	2.1	114
Colombia	16.8	22.5	28.4	34.9	41.7	44.9	2.7	167
Ecuador	4.4	6.0	8.0	10.3	12.3	13.1	3.0	198
Guyana	0.6	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7	1.2	17
Paraguay	1.8	2.4	3.1	4.2	5.3	5.9	3.3	228
Perú	9.9	13.2	17.3	21.8	25.7	27.3	2.8	176
Surinam	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	1.7	67
Venezuela	7.6	10.7	15.1	19.8	24.3	26.6	3.5	250
Uruguay	2.5	2.8	2.9	3.1	3.3	3.3	1.3	32
Total	148.2	192.5	242.3	297.2	348.5	373.3	2.5	152

Finalmente para concluir este breve panorama de Suramérica se presenta en la Tabla 3 un resumen de los principales indicadores de desarrollo humano de la región.

Tabla 3. Indicadores de desarrollo humano de Suramérica.
(Elaboración propia a partir de WDI¹ y HDR²)

País	Indicador de Desarrollo Humano HDI (2005)	Población viviendo debajo de US \$1 día (%) 1990-2005	Población viviendo debajo de US \$2 día (%) 1990-2005	Población viviendo debajo de línea nacional de pobreza (%) 1990-2004	�ndice GINI	Pago no oficial a empleados públicos (% de empresas)
Argentina	0.869	6.6	17.4	..	51.3	18.7
Bolivia	0.695	23.2	42.2	62.7	60.1	32.0
Brasil	0.800	7.5	21.2	21.5	57.0	..
Chile	0.867	< 2.0	5.6	17.0	54.9	8.2
Colombia	0.791	7.0	17.8	64.0	58.6	8.2
Ecuador	0.772	17.7	40.8	46.0	53.6	20.7
Guyana	0.750	..	..	..	..	..
Paraguay	0.755	13.6	29.8	21.8	58.4	68.0
Perú	0.773	10.5	30.6	53.1	52.0	9.2
Surinam	0.774	..	..	..	..	..
Uruguay	0.852	< 2.0	5.7	..	44.9	7.1
Venezuela	0.792	18.5	40.1	31.3	48.2	..

Suramérica es una región ecológica, económica y social de la que se tiene una historia incompleta de su estructura y dinámica. Se han hecho importantes avances y así, por ejemplo, para una búsqueda de datos en la base de datos de Indicadores de Desarrollo Mundial 2008¹ del Banco Mundial, en la consulta general que está formada por 26 indicadores, se encuentra que para el período 1960 a 2007 se tiene una disponibilidad del 51% de los datos para los 12 países que la conforman.

Un panorama básico de la Pobreza (y la Riqueza)

La pobreza es una tragedia humana de proporciones inauditas. Ha sido una compañera fiel del hombre durante toda la historia conocida, como también ha sido compañera la riqueza, es decir que tanto pobreza como riqueza son conceptos

complementarios que conducen necesariamente a la introducción del concepto de desequilibrio en forma de desigualdades en un espacio y tiempo particular. Se vive en un mundo de desigualdades, de distribuciones poco equitativas, de diferencias marcadas. El mundo puede dividirse en tres tipos de naciones³:

- Aquellas en las que las personas gastan enormes cantidades de dinero para controlar su peso;
- Aquellas en las que las personas comen para vivir; y
- Aquellas en las que las personas no saben de dónde vendrá la próxima comida.

Aunque la visión de un mundo de diferencias sociales (pobres y ricos) es muy antigua, el estudio científico de la medición de la pobreza se remonta al siglo XX, quizás porque hasta ese siglo se consolida el Estado como unidad de análisis y con ello se empieza la producción sistemática de datos empíricos comparables entre los distintos países. A lo largo de la historia se han dado variaciones importantes en cuanto al peso y la significación de la pobreza en distintos tipos de sociedad y en diferentes períodos, de ahí es que el análisis de la pobreza se llega a convertir en un análisis de clases de pobreza. Por eso uno de los problemas que se enfrenta cuando se estudia la pobreza es el universo de definiciones disponibles en diferentes ámbitos. Pero el trabajo no queda ahí. La década de 1980 llegó a ser muy importante para la conceptualización crítica de un asunto relacionado con la pobreza: el desarrollo sostenible. Uno de los resultados de esa nueva visión fue la de Manfred Max-Neef⁴, que revolucionó la postura intelectual frente al desarrollo y lo repensó con escala humana, es decir, teniendo como protagonista fundamental a la persona y no a los asuntos u objetos exteriores a ella. Max-Neef invitó a pasar de pensar exclusivamente en *satisfactores* como alimentación, abrigo, educación o salud, a pensar en *necesidades* como subsistencia, entendimiento o protección. Con esta nueva realidad propuesta se incluyeron nuevos paradigmas como:

- Las necesidades humanas fundamentales son finitas, pocas y clasificables.
- Las necesidades humanas fundamentales son las mismas en todas las culturas y en todos los períodos históricos.
- Lo que cambia, a través del tiempo y de las culturas, es la manera o los medios que se utilizan para la satisfacción de las necesidades.
- Lo que está culturalmente determinado no son las necesidades humanas fundamentales, sino los satisfactores de esas necesidades.
- Uno de los aspectos que definen a una cultura es su definición de satisfactores.
- El cambio cultural es --entre otras cosas-- consecuencia de abandonar satisfactores tradicionales para reemplazarlos por otros nuevos y diferentes.

De esta manera se sentaron las bases para proponer que había que dejar de pensar en *la pobreza* y en empezar a pensar en *las pobrezas* como múltiples formas de desdicha y tragedia humana. Pero las pobrezas no son sólo pobrezas, son mucho más que eso. Cada pobreza genera problemas en el sentido de que cualquier necesidad humana fundamental no satisfecha de manera adecuada produce una patología, toda vez que rebasa por su intensidad o duración, ciertos límites críticos. Y una patología, dada su complejidad, sólo puede enfrentarse desde la transdisciplinariedad. Así, cualquier programa que pretenda atacar la pobreza y que no se haga desde la transdisciplinariedad, fracasará irremediablemente tarde o temprano.

Un panorama básico de la Sostenibilidad (y la insostenibilidad)

La idea básica de la sostenibilidad es bastante simple y clara⁵: *un sistema sostenible es aquel que persiste o sobrevive*. Pero hay otras tres preguntas adicionales que la complican:

-  Qu  sistema o subsistemas o características de los sistemas persisten?
-  Por cuánto tiempo?
-  Cu ndo evaluar si el sistema o subsistema o características han persistido?

Desde la biología, la sostenibilidad significa evitar la extinción y vivir para sobrevivir y reproducirse. Desde la economía, significa evitar perturbaciones y colapsos importantes, protegerse contra inestabilidades y discontinuidades. En sus fundamentos, la sostenibilidad siempre se refiere a la temporalidad y, en particular, a la longevidad⁵. Sin embargo, y muy a menudo, se dan definiciones de sostenibilidad que son predicciones del posible resultado de las decisiones adoptadas en el presente que se espera conduzcan a la sostenibilidad en el futuro, pero un sistema sólo puede reconocerse como sostenible después de que ha habido tiempo suficiente para observar si la predicción era cierta. De ningún sistema, incluido el universo, se espera que tenga una vida útil infinita. Un sistema sostenible es, en este contexto y por lo tanto, aquel que alcanza todo su ciclo de vida esperado en el entramado jerárquico de los sistemas en los que está inmerso, y se denomina Metasistema a ese entramado jerárquico de sistemas y subsistemas en un rango de escalas de espacio y tiempo particular. Un sistema es sostenible s , y sólo s , persiste en estados de comportamiento nominal tanto o más que su longevidad natural esperada o su tiempo de existencia y, ningún componente, ni siquiera la sostenibilidad a nivel de sistema, según la evaluación del criterio de longevidad, confiere sostenibilidad a otro nivel⁵. Los sistemas con un balance inapropiado de longevidad a través de sus escalas espacio temporales pueden convertirse, o bien en frágiles, cuando sus partes duran demasiado tiempo y no pueden adaptarse lo suficientemente rápido, o bien en insostenibles, cuando sus partes no duran el tiempo suficiente y la longevidad del nivel superior del sistema se recorta de manera innecesariamente pequeña.

La evidencia en una sociedad de su sostenibilidad se puede investigar a partir de la definición de Herman Daly⁶ en la que se han de cumplir tres reglas para la escala de espacio y tiempo observada:

- No se pueden utilizar recursos renovables más rápido de lo que se regeneran;
- No se pueden producir basuras más rápido de lo que se degradan, disipan o dejan de ser peligrosas; y
- No se pueden utilizar recursos no renovables para siempre.

Estos tres principios son fundamentales, se basan en leyes de la física y se deben considerar condiciones necesarias pero no suficientes para una sociedad sostenible.

Un panorama básico de la Dinámica de Sistemas

Los asuntos relacionados con los modelos y la dinámica de sistemas son muy recientes. Es difícil hallar referentes particulares más atrás de mediados del siglo XX aunque el aparato matemático para solucionar ese tipo de problemas existía desde inicios del siglo XIX, sólo se ha logrado cerrar el flujo de análisis y síntesis de la cadena sistema-idea-modelo-dinámica-simulación-sistema con la presencia y ayuda de herramientas muy poderosas de computación basadas en Tecnologías de Información y Comunicación (TIC). En el año 2007 se cumplieron 50 años de la aparición de un campo revolucionario para el pensamiento humano: la Dinámica de Sistemas. Que se puede considerar, tal vez, como la principal tecnología sistémica.

Los sistemas son grupos de interacción, interdependientes entre sí mediante el intercambio de energía, materia e información. Los sistemas complejos se caracterizan por fuertes interacciones (por lo general no lineales) entre las partes, por ciclos complejos de retroalimentación que hacen difícil distinguir causa de efecto, y por

retardos, discontinuidades, umbrales y límites considerables de espacio y tiempo. Estas características hacen que los científicos no est n habilitados para simples sumas o agregaciones de comportamientos de pequeña escala que produzcan resultados de gran escala⁷. La Teoría General de Sistemas, un campo lógico matemático cuya tarea es la formulación y derivación de los principios generales que son aplicables a los sistemas en general⁸, era la base para estudiar los sistemas, sobre todo los complejos, pero aunque estaba presente de los años 1930 en los entornos científicos, no alcanzaba para aportar, desde la práctica de las ciencias sociales y naturales, a la solución de los importantes y trágicos problemas de individuos y comunidades del planeta. Sólo faltaban algunos ingredientes. Uno fue la computación, en particular la tecnología de la computación que permitió la aparición de máquinas de computación capaces de hacer y mostrar relaciones y resultados lógicos y matemáticos como nunca antes en la historia de la humanidad, pero sobre todo en unas nuevas escalas temporales desconocidas. Otro de fue el desarrollo de los sistemas automáticos de control por realimentación, de un ingeniero pionero del *Massachusetts Institute of Technology (MIT)*, Gordon S. Brown. Y el definitivo, el trabajo de Jay W. Forrester, también ingeniero del MIT.

Si bien el modelado con dinámica de sistemas puede organizar la información descriptiva, conservar la riqueza de los procesos reales, basarse en el conocimiento de la experiencia y revelar la variedad de comportamientos dinámicos que se derivan de diferentes selecciones de políticas, es el pensamiento sistémico el que puede señalar el camino y abrir las puertas de la dinámica de sistemas, advierte Forrester⁹. El peligro está en animar a la gente a creer que el pensamiento sistémico es y hace toda la historia. El pensamiento sistémico es un sensibilizador que llama la atención sobre la existencia de los sistemas y algunas personas sienten que han aprendido mucho al sumergirse en él como aproximación a su análisis y síntesis. Pero tal vez sólo han avanzado el 5 por ciento del camino hacia la compresión de los sistemas. Forrester recuerda que el otro 95 por ciento reside en actividades relacionadas con la estructuración dinámica de sistemas de modelos y en las simulaciones basadas en esos modelos. Es sólo a partir de las simulaciones reales que se revelan las incoherencias de los modelos mentales. El pensamiento sistémico puede ser un primer paso hacia una compresión dinámica de los problemas complejos, pero está lejos de ser suficiente.

Aunque no existe un proceso universalmente aceptado para el desarrollo y uso de modelos de dinámica de sistemas, se sugieren algunas prácticas básicas que se utilizan comúnmente. Para Randers¹⁰ la mayoría de los modelos de dinámica de sistemas se crean en cuatro etapas básicas, como las que se enumeran a continuación:

1. Conceptualización (propósito, fronteras, variables, estructura, comportamiento)
2. Formulación (ecuaciones, valores)
3. Pruebas (simulación, pruebas, supuestos, sensibilidad, perturbaciones)
4. Aplicación (escenarios, políticas, comunicación)

La dinámica de sistemas es una herramienta para la codificación de conocimiento en forma de modelos⁹. Es una ayuda formal soportada con informática para transformar ideas y percepciones mentales en útiles que permiten apropiarse y observar la estructura y el comportamiento de sistemas. Los modelos que se construyen así no deben ser un fin, pues cualquier modelo puede servir para cualquier propósito, ajustando los parámetros apropiados ante cualquier dato. Por el contrario, el propósito fundamental del modelo con dinámica de sistemas es tener un registro ordenado y estructurado de un sistema para poder descubrir en él comportamientos contra intuitivos o contradictorios que ayuden a comprender cuál debe ser el panorama de políticas que soporten la toma de decisiones. Tampoco es la dinámica de sistemas el

medio que justifica al modelo como fin, pues tampoco es el cálculo diferencial y sus sistemas de ecuaciones el medio para justificar, por ejemplo, la dinámica celeste.

De las conclusiones de los trabajos de Forrester¹¹, son notables estas:

- La creencia de que los problemas urbanos se resuelven con más dinero ha desviado mucho la atención sobre corregir las causas subyacentes y ha permitido, al contrario, que los problemas puedan crecer hasta el límite de dinero disponible.
- En lugar de enfrentar directamente el problema del crecimiento de la población, los gobiernos tratan de aliviar las presiones inmediatas con más policías, ayuda financiera, transporte a escuelas suburbanas y servicios de salud subsidiados. Como consecuencia de ello, el aumento de la población reduce la calidad de vida para todos.
- La respuesta común a la angustia mundial ha sido el aumento de la industrialización y la producción de alimentos. Pero a largo plazo, la esperanza de mejoras se encuentra probablemente en la reducción del énfasis en ambas. Contrariamente a las expectativas intuitivas, lo contrario de la práctica actual puede llegar a elevar la calidad de vida y contribuir a estabilizar la población.
- Muchos de los problemas que se enfrentan actualmente son el resultado acumulativo de las medidas adoptadas a corto plazo en las décadas anteriores.

¿Cuál es la dinámica de ese sistema destructor de calidad de vida? Forrester lo analiza así¹¹: por lo general, los problemas se atribuyen a fuerzas externas, pero un análisis dinámico muestra muy a menudo cómo son las políticas internas las que causan los problemas. De hecho, se desarrolla una espiral descendente en la que las presuntas soluciones hacen que las dificultades empeoren y, por ende, existan mayores incentivos que provoquen que se redoblen las acciones que causan los problemas. La misma espiral descendente se desarrolla con frecuencia en el gobierno. Se juzga y debate hasta llegar a un programa que parece lógico, intuitivo y aumenta fuertemente el compromiso con la aparente solución. Si la presunta solución hace que las cosas empeoren, el proceso por el cual ocurre la degradación no es evidente. Así, cuando aumentan los problemas, se intensifican los esfuerzos que en realidad están empeorando la situación. Una tragedia.

Suramérica, pobreza y sostenibilidad

La exploración de cómo enfrentar la pobreza desde la sostenibilidad y con la ayuda de la dinámica de sistemas busca indagar sobre los desequilibrios entre lo social, lo económico y lo ecológico. En particular investiga cómo un desequilibrio socioeconómico que se evidencia con la pobreza, actúa sobre lo ecológico. ¿Será sostenible superar la pobreza con los patrones actuales de desarrollo¹²? ¿Tendrá que repensarse la economía, la cultura, la riqueza o el empleo (como mecanismo de participación)? ¿Cómo ayuda un modelo de simulación para explorar estas realidades, con sus comportamientos contra intuitivos?

La pobreza y sus entornos son tan complejos, que son innumerables las aproximaciones para formular y enfrentar sus causas, consecuencias, estructuras, dinámicas, orígenes y, para acabarla. Y aún más si es necesario hacerlo garantizando la sostenibilidad. En particular para Suramérica estos son, entre otros, los factores que se han tenido en cuenta para la conceptualización y formulación del modelo:

- Inequidad de capitales (tierra, conocimiento, dinero, tecnología).
- Estructuras y dinámicas de ahorro.
- Rupturas culturales a partir de invasiones aceleradas de satisfactores foráneos.
- Imposición de dinámicas religiosas foráneas.

- Escalas de espacio y tiempo de implantación de tecnologías con dinámicas aceleradas.
- Escalas de espacio y tiempo para construcción de futuro.
- Desarraigo del desarrollo y obstáculos culturales para la creación de capacidades de autogestión o auto organización.
- Síndromes de “lo que se hace aquí no es bueno” y “lo ajeno es bueno”.
- Distribución del control del poder.
- Procesos de representatividad política.
- Dinámicas de gobernabilidad local o regional.
- Estructuras administrativas (concentradas o distribuidas).
- Capacidad y voluntad de ejecución administrativa.
- Límites en la capacidad individual y colectiva para intervenir lo social.
- Resolución de conflictos por medio de la violencia.
- Cultura de la desconfianza en el otro y del aprovechar la debilidad del otro.

Modelado con Dinámica de Sistemas

De esta manera, y con base en otras aproximaciones de modelado^{13,14,15,16}, se conforma un modelo con cuatro sectores, tres de los cuales contienen a los asuntos relacionados con lo económico, lo social y lo ecológico, y un cuarto, a los asuntos de intermediación entre todos. En el sector económico se incluyen los subsectores de consumo y producción, en el social los de innovación y cultura y en el ecológico los de población y biósfera. El sector de intermediación contiene los subsectores de tecnología, conocimiento, y bienestar. Con el modelo se puede investigar la estructura y dinámica de:

- La población y la interacción con la biósfera.
- La cultura y la innovación.
- La producción y el consumo.
- La tecnología.
- La creación y distribución de bienestar.
- El conocimiento.
- La Sostenibilidad.

Uno de los propósitos de este ejercicio de modelado es lograr una aproximación endógena a la conformación de la estructura y su dinámica, en la que las series de datos de que se disponga sobre Suramérica sirvan más para enriquecer el proceso de modelado desde la comprensión de la problemática que para dirigir subjetivamente algún tipo de estructura o comportamiento del sistema. Igualmente se está explorando una escala de modelado que se localiza entre las de alcance planetario como es el caso de Modelo Mundial de Forrester¹⁷ y los nacionales o locales como es el caso del Modelo de Gestión Social del Desarrollo de Gómez¹⁶, que se puede clasificar como de alcance regional (o multinacional). Una de las cuestiones por explorar será si el modelo final que se obtenga para el sistema de Suramérica se puede utilizar para investigar las dinámicas de desarrollo y su sostenibilidad en otras agrupaciones regionales del planeta.

Comprender la pobreza ha sido una de las tareas que han ocupado por muchos años a los investigadores, enfrentarla decididamente es un asunto relativamente nuevo. El modelado con dinámica de sistemas puede enriquecer el debate político y normativo que permita todo un nuevo escenario de decisiones sobre estructuras y dinámicas de desarrollo en las que habrá nuevas preguntas como:

- ¿Cómo pasar de enfrentar una pobreza centrada en asuntos de dinero a enfrentar múltiples pobrezas?

-  C mo determinar qué tipos de equilibrios locales son necesarios y para alcanzar qué tipo de equidad?  Qu  es lo que se quiere, que todos sean ricos o que todos sean pobres o que todos sean ni ricos ni pobres?
-  Qu  camino se debe seguir para terminar urgentemente con las pobrezas de los infantes?  Se trata de reducir el número de hijos o de determinar las intervenciones que mejor logran que se reduzca el número de hijos?
-  C mo lograr nuevas estructuras y dinámicas de ahorro individual y colectivo?
-  C mo utilizar las estructuras y dinámicas del conocimiento y de la tecnología para transformar hacia la sostenibilidad a los entornos individuales y colectivos?

La historia económica y sociológica de Suramérica ha estado y está llena de alternativas para alcanzar el desarrollo y la prosperidad. El propósito del modelado de la sostenibilidad con dinámica de sistemas busca innovar prácticas del pasado y del presente, entre las que están:

- El comercio justo.
- El crecimiento económico.
- El libre mercado.
- El populismo.
- El proteccionismo.
- La alfabetización.
- La conformación de grupos de países.
- La cooperación para el desarrollo.
- La equidad de género.
- La lucha contra la corrupción.
- La reducción de la deuda externa.
- La revolución verde.
- Las dictaduras.
- Las Metas de Desarrollo del Milenio (MDM).
- Las micro finanzas.
- Las reformas agrarias.
- Las revoluciones.
- La sustitución de importaciones y fortalecimiento de industria exportadora.
- Los ajustes y la disciplina macroeconómica.

Pero como lo señala Forrester¹¹, la gran mayoría de los programas de ayuda a los individuos y comunidades pobres, mostraron ser entre neutrales y altamente perjudiciales, independientemente de los criterios utilizados para juzgarlos. Los programas iban desde ineficaces hasta muy nocivos, así fueran juzgados por sus efectos sobre la salud económica de una ciudad o por sus efectos a largo plazo sobre la población de bajos ingresos. Los resultados confirmaron y explicaron gran parte de lo que había venido ocurriendo en los últimos decenios.

Conclusión

Existe una serie de factores que conforman una barrera para el cambio en los patrones de desarrollo de Suramérica. Aunque es arriesgado generalizar para una región de 13 países, más de 350 millones de habitantes y con una gran y variada extensión, se vislumbra que las nuevas propuestas de desarrollo sostenible para enfrentar la pobreza en Suramérica se verán erosionadas por las estructuras políticas de la región, por sus nefastas inercias culturales y religiosas, por las trampas de la pobreza en las que el futuro no puede ir más allá de uno o dos días, por la corrupción y por los diversos intereses de la estructura y dinámica de la globalización. Si bien existen herramientas como la gestión del conocimiento para enfrentar el cambio en

individuos y colectivos mediante intervenciones de los entornos de aprendizaje, las barreras expuestas ponen a prueba a la Dinámica de Sistemas como mecanismo de transformación. Es necesario velar porque el modelo, y el modelado, no sean el fin, y se conviertan, por el contrario, en los útiles que faciliten la comprensión de las estructuras y las dinámicas que medien para que se innove en las políticas con las que se toman las decisiones.

No es el deseo de dinero lo que retrasa el desarrollo. El mayor impedimento está en la escasa preparación y deseo social, cultural y tecnológico de conocimiento y práctica. En otras palabras, la habilidad para usar el dinero³ para la sostenibilidad.

REFERENCIAS

1. The World Bank. 2008 World Development Indicators (WDI) CD-ROM. (2008).
2. United Nations Development Programme. en *Human Development Report 2007/2008: fighting climate change: human solidarity in a divided world* 384 (United Nations Development Programme; Palgrave Macmillan, New York, 2007).
3. Landes, D. S. en *The wealth and poverty of nations : why some are so rich and some so poor* 650 (W.W. Norton, New York, 1998).
4. Max-Neef, M. A., Elizalde, A. & Hopenhayn, M. en *Desarrollo a escala humana: conceptos, aplicaciones y algunas reflexiones* 148 (Icaria; Nordan-Comunidad, Barcelona; Montevideo, 1994).
5. Costanza, R. & Patten, B. C. Defining and predicting sustainability. *Ecological Economics*, **15**, 193-196 (1995).
6. Sterman, J. D. A Sober Optimist's Guide to Sustainability. *MIT Sloan Management Review* (2009).
7. Costanza, R., Wainger, L., Folke, C. & M ler, K. Modeling Complex Ecological Economic Systems. *Bioscience* **43**, 545-555 (1993).
8. von Bertalanffy, L. en *General system theory; foundations, development, applications* 295 (G. Braziller, New York, 1968).
9. Forrester, J. W. System dynamics - the next fifty years. *System Dynamics Review* **23**, 359-370 (2007).
10. Randers, J. Guidelines for Model Conceptualization. *Elements of the System Dynamics Method*, 117-138 (MIT Press, Cambridge, MA, 1980).
11. Forrester, J. W. en *Counterintuitive behavior of social systems* (Massachusetts Institute of Technology, Sloan School of Management, Cambridge, Mass., 1970).
12. Gómez, D. en *Repensando el desarrollo: Una aproximación sist mica* 141 (Centro de Estudios de Economía Sist mica ECSIM, Medellín, 2004).
13. Gall n, L. Chain Knowledge-Invention-Technology-Wealth (KITWE). A System Dynamics Basic Model. *7th International Conference of Sociocybernetics Technology and Social Complexity 18-23 June* (Murcia, España, 2007).
14. Boumans, R. [et al.]. Modeling the Dynamics of the Integrated Earth System and the Value of Global Ecosystem Services using the GUMBO Model. *Ecological Economics* **41**, 529-560 (2002).
15. Millennium Institute. en *Threshold 21 (T21) Overview* (MI, Arlington, VA, USA, 2000)
16. Centro de Estudios en Economía Sistémica (ECSIM). en *Modelo de planeación y simulación económica para la gestión social del desarrollo en el municipio de Medellín, fundamentado en la dinámica de sistemas*. (Dirección Administrativa de Planeación, Municipio de Medellín y ECSIM, Medellín, 2006)
17. Meadows, D. [et al.]. en *The Limits to Growth a Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind* 207 (Universe Books, New York, 1972).