

UN ENFOQUE DINÁMICO PARA ANALIZAR LA
RELACIÓN POBLACION, MEDIO
AMBIENTE Y DESARROLLO

Miguel Lechuga Anaya*

RESUMEN

El avance tecnológico que vive hoy la humanidad da la oportunidad de realizar importantes y rápidos avances en la investigación científica pura y aplicada. Notablemente el progreso en informática que facilita la manipulación de cantidades enormes de información, ha hecho posible que se logren avances sin precedente en las disciplinas que describen las actividades del hombre. En este ensayo buscamos aprovechar estos avances para abordar el análisis conjunto de los problemas ambientales, de desarrollo y de dinámica poblacional, que imponen que se adquiera un enfoque multidisciplinario. El objetivo es el de establecer los elementos que puedan sentar las bases de una metodología que incorpore las interrelaciones de los mismos, con el propósito de establecer líneas de acción que permitan avanzar dentro de un marco de desarrollo sustentable. Damos un ejemplo de un modelo dinámico muy simple que describe el crecimiento poblacional del país hasta el año 2070 y su relación con aspectos de crecimiento económico y de deterioro ambiental, mediante la creación de tres escenarios, que muestran tres ejes de acción y su impacto en el aspecto poblacional y el de crecimiento económico. Nuestro interés es el de mostrar la importancia de contar con este tipo de modelos en el establecimiento de estrategias de desarrollo, y en la creación de una metodología propia a entender las relaciones entre la dinámica poblacional el medio ambiente y el desarrollo.

* Consejo Nacional de Población, investigador de la Coordinación de asesores.

INTRODUCCIÓN

Gracias a la preocupación creciente por encontrar soluciones a problemas de desarrollo, de medio ambiente y poblacionales que rebasan ámbitos nacionales y que se engloban dentro de una dinámica mundial, se ha intensificado el estudio de las relaciones que rigen el desarrollo, el medio ambiente y la dinámica poblacional, en busca de una metodología global propia para abordar estos problemas.

El primer estudio que aborda estas interrelaciones se remonta, sin embargo, al trabajo pionero de Meadows *et al.*, *The Limits to Growth* a principios de los años setenta, pero la atención explícita de los gobiernos e incluso de los investigadores por estos temas es reciente, lo que lo hace un terreno de investigación aún virgen en muchos aspectos.

El problema es cómo abordar dichas interacciones cuando el objetivo es establecer u orientar políticas de desarrollo, de gestión de medio ambiente y de población que no se contrapongan y que sigan la línea de un desarrollo sustentable, que entendemos como el esquema de desarrollo que permite la satisfacción de necesidades del presente, sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras de satisfacer las suyas. El Banco Mundial, dentro de sus líneas estratégicas establece, por ejemplo, que "el desarrollo y la gestión del medio ambiente son complementarios". El desarrollo puede favorecer una buena gestión del medio ambiente y un medio ambiente sano es esencial para un desarrollo sustentable.

Diferentes estudios que han abordado el problema, como el citado anteriormente, parten de la incapacidad de un individuo de aprehender un gran número de variables dentro de un esquema conceptual mental de una problemática específica, lo que lo obliga a recurrir a modelos causales o matemáticos que le permiten manipular, esquematizar y ordenar un mayor número de hipótesis o hechos, que a su vez lo ayudan a tomar una decisión más acertada que lo que sería sin ayuda de ellos. Esta necesidad se hace una evidencia cuando la problemática es compleja. En nuestro caso, el número de factores que intervienen rebasa rápidamente la capacidad de cualquier individuo por conceptualizar mentalmente las relaciones que rigen al

desarrollo, la población y el medio ambiente, por lo que la necesidad de recurrir a modelos se vuelve imperante.

La aplicación de modelos no es nueva. La mayor parte de la toma de decisiones en varias ramas del saber parte de modelos o bajo la orientación de los mismos. En economía, en demografía, en cuestiones climáticas etc., las previsiones están basadas en modelos.

La complejidad de modelizar conjuntamente los aspectos de la dinámica poblacional, el desarrollo y las cuestiones ambientales es enorme; sin embargo existen ya avances a este respecto. El primer modelo fue elaborado por Meadows *et al.* en 1972 (como dijimos anteriormente). Su modelo está basado en la metodología de sistemas dinámicos, es un modelo global a nivel mundial que hace interactuar variables demográficas, económicas y ambientales y que da una representación del comportamiento del mundo real y plantea diferentes alternativas a la problemática conjunta que las liga. Este modelo ha sido la base de inspiración de otros.

Evidentemente, tanto la construcción de modelos como el análisis de los resultados que se obtengan de los mismos requieren estar apoyados en todo momento por estrictos análisis sociológicos, socioeconómicos, demográficos, de medio ambiente, etc., que justifiquen el uso de las variables y su significación dentro del contexto que las liga en el modelo y la interpretación que se debe dar a los resultados de la ejecución del mismo, notablemente por las posibles limitantes de las hipótesis que lo sostienen. El resultado esperado, de las modelizaciones, es un cuadro explicativo pormenorizado, que emerge de la interacción conceptualizada y modelizada de las diversas actividades del hombre que rigen la evolución de su desarrollo y su relación con la naturaleza.

Las ventajas de utilizar modelos en el análisis de las relaciones población-medio ambiente-desarrollo, en cuanto a herramientas de orientación en la toma de decisiones de políticas públicas, son múltiples y variadas, pues permiten la creación de escenarios, es decir una vez establecido un modelo, la simple manipulación de los valores de los parámetros de su estructura permiten visualizar el impacto de las variaciones de los mismos dentro de la interacción de las variables que lo conforman. Esto permite medir, por ejemplo, el efecto de un

rango de variación de valores de una variable específica sobre el resto de las que constituyen el modelo, permitiendo a su vez la selección del valor más adecuado de acuerdo con los propósitos que se tengan. También permiten tener un control cuantitativo del fenómeno en estudio, dado que están basadas en datos específicos de cada disciplina de las variables en uso, además, que se tiene un control en el horizonte de tiempo, pues podemos hacer proyecciones tan lejanas como queramos, siendo la única limitante la fiabilidad de las hipótesis. El tener a nuestra disposición un instrumento que permita hacer proyecciones a corto, mediano e incluso a largo plazos es muy importante en materia de planeación, pues pudiendo prever un conjunto de posibilidades, entre extremas y plausibles, de una realidad futura incierta, el tomador de decisiones aumentará sus probabilidades de seleccionar la mejor.

Esto implica globalmente que para avanzar en la comprensión de las relaciones entre población-medio ambiente-desarrollo es necesario conjuntarlos dentro de un mismo modelo que dé cuenta del impacto del cambio de una variable determinada sobre el resto del conjunto de variables que conforman el modelo.

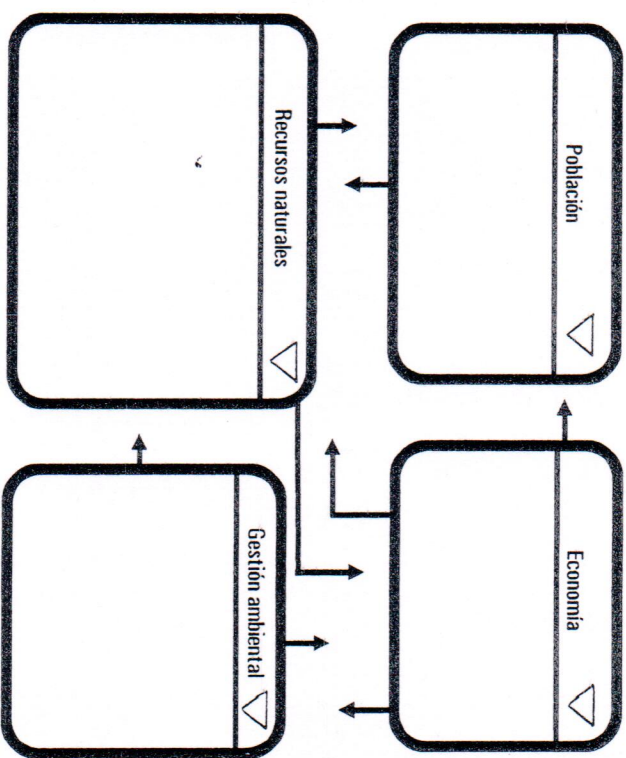
En este ensayo presentamos un modelo muy simple de nueve ecuaciones que detallaremos más adelante, que conjunta las tres dinámicas de población, medio ambiente y desarrollo. Para su elaboración y ejecución hicimos uso del paquete *itthink*, que describimos a continuación

MODELO *ITTHINK*

El paquete *itthink* es un programa informático interactivo de múltiples aplicaciones. Originalmente fue diseñado para ingeniería de modelos industriales y gestión administrativa, pero con una base metodológica subyacente de modelos dinámicos que le permite aplicaciones tan diversas como problemas en donde los modelos dinámicos sean de utilidad.

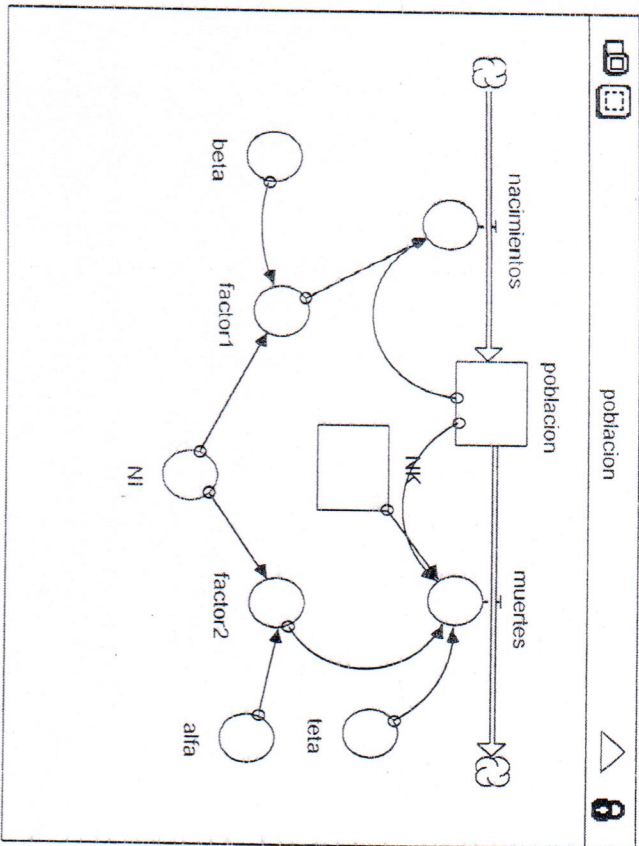
Una vez conceptualizado el problema se representa por medio de un diagrama, en el que aparecen los grandes rubros que intervienen y las respectivas relaciones que se suponen los

ligan, mismas que se representan por flechas. Éstas podrían ser las representadas en la figura 1.



Posteriormente, de manera muy natural se introduce en cada uno de los módulos (en la figura 1 éstos son: población, economía, recursos naturales, gestión ambiental) las relaciones dinámicas de la modelización. Esto se efectúa en términos de flujos y stocks. En la figura 2 hemos representado lo que es el módulo población de nuestro ensayo. En éste, los círculos representan flujos y los rectángulos stocks.

FIGURA 2



En esta figura el crecimiento poblacional se ve alimentado por nacimientos y una pérdida del flujo muertes, subyacentes a éstos existen parámetros, como pueden ser las tasas de fertilidad o mortalidad, que impactan o determinan estos flujos.

Una vez introducidos los elementos de base, el paquete *ithink*, con base en las relaciones preestablecidas en la figura 1, creará un marco de ecuaciones necesarias para producir simulaciones y/o proyecciones. Y mediante la rica variedad de elementos estadísticos del paquete el modelo se puede enriquecer de análisis y pruebas de fiabilidad de hipótesis. Además de que se puede contar con una visualización gráfica de la evolución en el tiempo de las principales variables o de relaciones sofisticadas sin necesidad de introducir complejas relaciones matemáticas.

Otra de las ventajas del paquete *ithink*, es que se tiene una especie de laboratorio en el que se puede compactar espacio y tiempo, pudiendo medir impactos lejanos en el tiempo o ramificaciones de causa-efecto que de otra manera serían difíciles de percibir. El siguiente ejemplo, a pesar de su simpleza, nos da una idea clara de la utilidad e importancia que puede representar un modelo global de las relaciones que rigen, la dinámica poblacional, el desarrollo, el medio ambiente y los recursos naturales, en la previsión de alternativas de desarrollo y de las potencialidades de un modelo *ithink*.

MODELO DINÁMICO

Nuestro modelo es una versión modificada del modelo *wonderland* de Warren C., en *Simulation Models of Demographic, Economic and Environmental Interactions* (NASA, 1994). Se inscribe dentro de la metodología de Meadows *et al.*, del modelo *World3* (que consta de 149 ecuaciones), y está elaborado con el paquete *ithink*®. Se trata de un modelo muy simple de nueve ecuaciones, repartidas en cuatro módulos interrelacionados: 1) Económico, 2) Población, 3) Medio ambiente y 4) Gestión ambiental, véase la figura 1.

El modelo describe la dinámica de crecimiento poblacional en México en los próximos 75 años. La descripción es aceptable si se compara con estimaciones especializadas, pues sigue muy de cerca los valores de éstas que se tienen hasta 2030.

En su aspecto económico se basa en una hipótesis de crecimiento continuo y acelerado del ingreso. En el aspecto ambiental parte de una cantidad base de recursos (1 unidad) y con un presupuesto para la gestión ambiental (un porcentaje del ingreso), se establece además que la pérdida de recursos naturales y que un aumento extremo de la contaminación reduce las capacidades de la naturaleza por autorregenerarse, y llegando un límite hay un decremento de recursos naturales, lo que incide directamente sobre la mortalidad. Finalmente suponemos que el avance tecnológico permite reducir la contaminación al incorporar en las nuevas tecnologías elementos necesarios para combatirla.

Dentro de los módulos de recursos naturales y gestión ambiental, los parámetros determinan en qué intensidad y en qué forma se promueve la lucha contra la contaminación. Específicamente se incorporan en el modelo dos formas de combatirla; la primera es destinando un cierto porcentaje del ingreso al combate directo de la misma y la segunda es destinando un porcentaje directamente al avance tecnológico.

Las ecuaciones del modelo son las siguientes. En ellas

- I_t representa el producto interno per cápita en el año t .
- NI_t representa el producto interno neto per cápita en el año t .
- RN_t representa el stock de recursos naturales en el año t .
- TF_t representa la tasa bruta de fecundidad en el año t .
- TM_t representa la tasa bruta de mortalidad en el año t .
- P_t representa la población en el año t .
- FC_t representa el flujo de contaminación en el año t .
- T_t representa la contaminación por unidad de producción en el año t .
- GA_t representa el gasto per cápita en control de contaminación en el año t .

Módulo población:

$$TBF = B_1 \cdot \left[B_2 - \left[\frac{e^{\beta \cdot NI_t}}{1 + e^{\beta \cdot NI_t}} \right] \right]$$

$$TBM = \Delta_1 \cdot \left[\Delta_2 - \left[\frac{e^{\alpha \cdot NI_t}}{1 + e^{\alpha \cdot NI_t}} \right] \right] \cdot [1 + \Delta_3 \cdot (1 - RN_t)]$$

$$P_{t+1} = P_t \cdot \left[1 + \frac{TBF_t - TBM_t}{1000} \right]$$

Módulo económico

$$I_{t+1} = I_t \cdot [1 + \gamma_t - (\gamma_t + \eta_t) \cdot (1 - RN_t)^\lambda]$$

$$NI_t = I_t - GA_t$$

Recursos naturales

$$FC_t = P_t \cdot I_t \cdot T_t^{-\kappa} \cdot \left[\frac{e^{\epsilon \cdot GA_t} P_t^{-\omega}}{1 + e^{\epsilon \cdot GA_t} P_t^{-\omega}} \cdot .05 \right]$$

$$RN_{t+1} = \frac{e^{\ln(RN_t/1 - RN_t) + \delta \cdot (RN_t)^p - \omega \cdot FC_t}}{1 - e^{\ln(RN_t/1 - RN_t) + \delta \cdot (RN_t)^p - \omega \cdot FC_t}}$$

Gestión ambiental

$$GA_t = \varphi \cdot I_t$$

$$T_t = T_{t-1} \cdot (1 + \psi)$$

Comentemos brevemente estas ecuaciones:

Las ecuaciones del módulo población establecen que tanto las tasas de fecundidad como de mortalidad decrecen si aumenta la producción per cápita neta y que el crecimiento de la población depende de estas dos tasas.

En el módulo económico se establece que la producción per cápita en el tiempo $t+1$ depende de aquélla en t , afectada por dos parámetros y por el nivel de deterioro de los recursos naturales en t . Y que la producción per cápita neta depende de la producción per cápita y del gasto en gestión ambiental (pues ésta es de hecho un porcentaje de la producción per cápita).

En el módulo de recursos naturales se tiene que el flujo de contaminación depende del tamaño de la población, de la producción per cápita, de la tecnología (contaminación por

unidad de producción) y de la gestión ambiental. Y muestra, mediante la segunda ecuación, la interacción entre el flujo de contaminación y la disminución de recursos naturales.

El módulo de gestión ambiental establece que el gasto en ella es porcentaje de la producción per cápita. Y que la tecnología se incrementa anualmente en un porcentaje x .

En el modelo suponemos que el avance tecnológico es continuo durante el tiempo. La incidencia de la contaminación y pérdida de recursos naturales sobre la mortalidad implica que el ignorar la lucha contra ella conduciría a una crisis, pues se incrementaría drásticamente el número de muertes. Lo que nos sugiere proponer tres escenarios:

Primer escenario. En la gestión ambiental se destina sólo el 1% del ingreso al combate contra la contaminación.

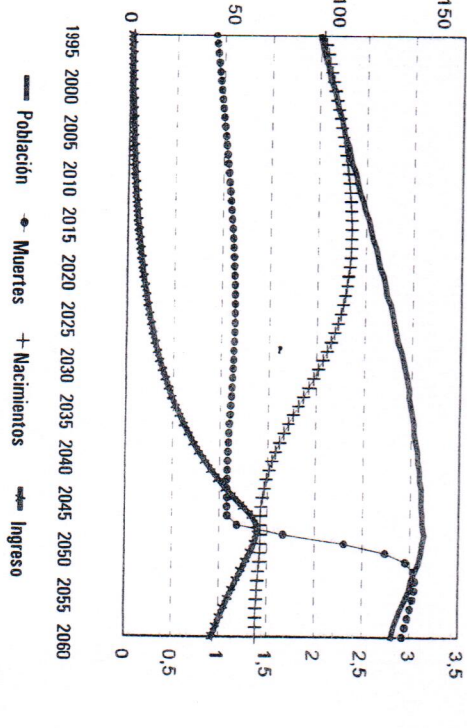
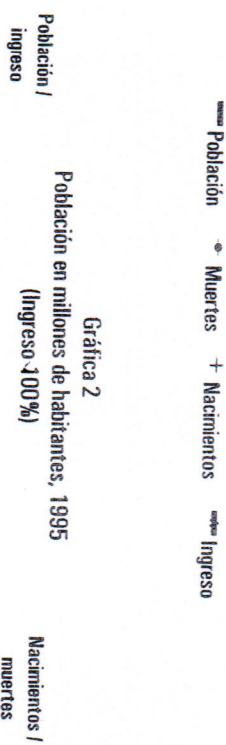
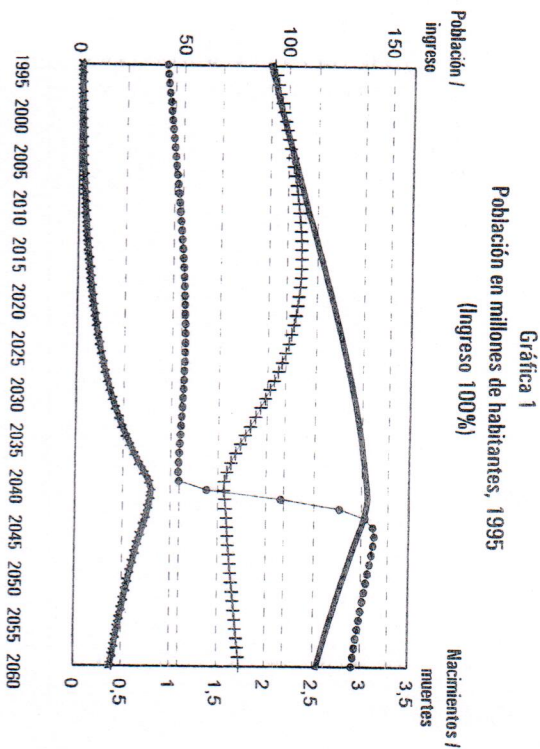
Segundo escenario. En la gestión ambiental se incrementa el presupuesto a 5% del ingreso para solventar la crisis.

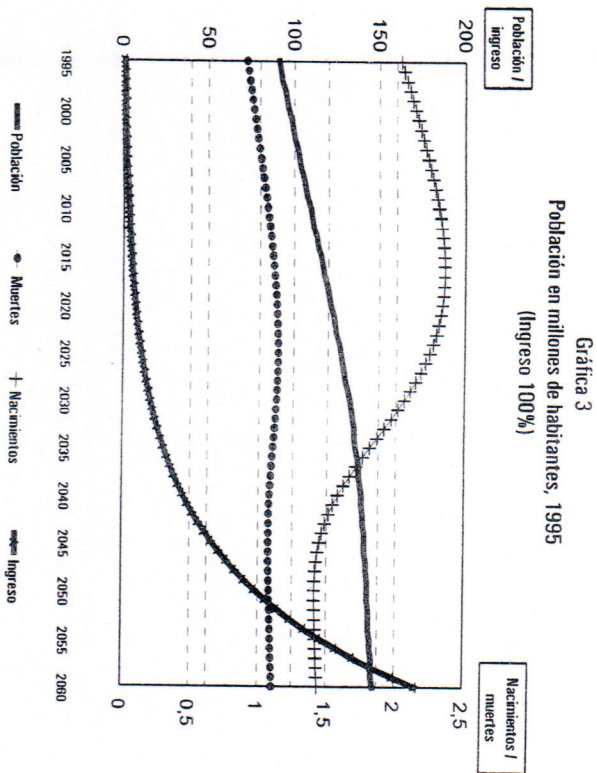
Tercer escenario. En la gestión ambiental se incrementa también el presupuesto a 5% del ingreso, pero se destina un $x\%$ del mismo a promover directamente el avance tecnológico.

En el primer escenario los resultados son catastróficos, ya que habiéndose dado poca importancia a la gestión ambiental se llega a una crisis en el año 2040. Los síntomas claros de la crisis se ven con un aumento súbito de la mortalidad que es consecuencia inmediata de una reducción precipitosa en la base de recursos naturales causada por la incapacidad de la naturaleza de autorregenerarse, se da así una caída precipitosa en el tamaño de población y del ingreso. Véase la gráfica 1.

Dentro del segundo escenario el aumento al 5% del ingreso, para la gestión ambiental, logra postergar diez años la crisis, que se da en el año 2050. Sin embargo, se observan características análogas a las del primer escenario. Véase la gráfica 2.

En el tercer escenario se destina también el 5% del ingreso a la gestión ambiental, pero se destina parte de éste a promover el avance tecnológico. El resultado es un crecimiento sostenido del ingreso, una estabilización del crecimiento poblacional que se refleja también en la convergencia del número de muertes y nacimientos. Véase la gráfica 3.





En términos generales se puede decir que el hecho de simplificar una realidad compleja en términos de una modelización bastante simple nos ayuda a visualizar globalmente los cursos de acción posibles mediante acciones específicas.

En términos de desarrollo sustentable, los dos primeros escenarios violan la premisa de no comprometer las posibilidades de las generaciones futuras por subvenir a sus necesidades. En el tercer escenario, con el mismo incremento en presupuesto de la gestión ambiental que en el segundo, pero con una adecuada distribución del mismo, destinando una parte de éste a promover el avance tecnológico, se logra evitar la crisis. El resultado, como ya dijimos, es un crecimiento sostenido del ingreso y una

estabilización del crecimiento poblacional, pero lo importante a recalcar es que se respeta la premisa de sustentabilidad, por lo que esta línea de acción sería recomendable.

Estos tres escenarios representan sólo algunas de las posibilidades de lo que este modelo simplificado puede mostrarnos. Por ejemplo, el modificar los parámetros del módulo población, acelerando o deteniendo el crecimiento, puede mostrarnos el impacto que se tendría sobre el medio ambiente, la economía y los recursos naturales. Al igual podríamos observar toda la dinámica del modelo, estableciendo diferentes combinaciones de parámetros en las distintas ecuaciones que lo conforman.

El resultado final es un modelo interactivo, de manejo relativamente simple, que nos proporciona resultados fácilmente entendibles y una base firme para la toma de decisiones.

CONCLUSIONES

El modelo que venimos de presentar es demasiado simple y adolece por lo mismo de muchos defectos. A pesar de que representa muy imperfectamente las relaciones entre la dinámica poblacional, el medio ambiente y el desarrollo (asimilado aquí simplemente a la evolución del ingreso), nos muestra, mediante los tres escenarios establecidos, líneas lógicas de causa y efecto, y nos sugiere que es posible, mediante la adecuación más amplia de las relaciones entre los módulos de mejorarlo y obtener un modelo que describa más ampliamente la dinámica de las mismas y que sea más apegado a la realidad que intenta describir.

En términos de previsión, la creación de los escenarios nos muestra que son una herramienta indispensable en la planeación, ya que describen una variedad de alternativas que sería difícil conceptualizar sin ayuda de ellos. Las ventajas de contar con una variedad de éstos son evidentes por sí solas.

El avance interdisciplinario que hoy se tiene en cada una de las ramas que describen las actividades del hombre dan la oportunidad de adoptar un proyecto multidisciplinario más ambicioso, que conjunte todos estos avances en un solo estudio: el de su interrelación.

BIBLIOGRAFÍA

- Conapo [1995], *Programa Nacional de Población 1995-2000. Think [1994], "Technical Reference Manual", Hanover, High Performance Systems.*
- Lutz, Wolfgang [1994], *Population-Development-Environment*, Berlin, Springer Verlag.
- Meadows et al. [1972], *Halle à la croissance?*, París, Fayard, Ecologie.
- Trzyna, Thaddeus [1995], *A Sustainable World*, Sacramento, California, IUCN.
- Warren C. [1994], *Simulation Models of Demographic, Economic and Environmental Interactions*, IIASA.

EL CONCEPTO DE INTERSTICIO COMO
HERRAMIENTA PARA ANALIZAR LOS PROCESOS
SOCIALES EN LAS ZONAS MARGINADAS

Armando García Chiang*

INTRODUCCIÓN

Dada la complejidad y diversidad de los fenómenos sociales que ocurren en nuestro país, y la necesidad de explicarlos desde una perspectiva que tome en cuenta las especificidades locales sin olvidar el contexto general en el que se desarrollan, los estudios de carácter regional han ido adquiriendo cada vez mayor relevancia.

Sin embargo, esa misma relevancia ha puesto de manifiesto que los estudios regionales requieren avanzar de manera acelerada en la elaboración y adecuación de conceptos que permitan abordar en forma adecuada las diversas problemáticas regionales.

Tomando en cuenta lo anterior, los objetivos de este trabajo son exponer la pertinencia de los estudios de carácter regional para analizar los movimientos campesinos y realizar un primer acercamiento al concepto de intersticio regional como herramienta para examinar procesos sociales en zonas marginadas.

De acuerdo con esos objetivos, este trabajo está dividido en dos partes: la primera aborda la pertinencia de los estudios regionales y presenta el concepto de intersticio regional; la segunda utiliza el caso concreto del municipio de Amatlán, Chiapas, como un ejemplo de zona marginada analizada a través de ese concepto.

PERTINENCIA DE LA PERSPECTIVA REGIONAL PARA
ANALIZAR LOS MOVIMIENTOS CAMPESINOS

La pertinencia de realizar estudios de carácter regional radica en la necesidad de explicar fenómenos sociales complejos desde

* Profesor asistente, Instituto José María Luis Mora.