

DESARROLLO DE UN MODELO DE SIMULACIÓN DE LA DINÁMICA URBANA PARA LA EXPERIMENTACIÓN NUMÉRICA DE POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS DE DESARROLLO SUSTENTABLE.

Fase 1: Modelización de los patrones vigentes de Uso del Suelo, Consumo Energético y Movilidad en la Micro Región del Gran La Plata.

RESUMEN DEL PROYECTO

El presente proyecto desarrolla tres focos: 1) Modelización del subsistema urbano USEM [Uso del Suelo /Energía/Movilidad] e identificación de procesos causales de insustentabilidad urbana; 2) Experimentación numérica de políticas y estrategias de intervención; 3) Avances hacia el desarrollo de un instrumento de soporte de decisiones en entornos multiactorales.

En la primera fase de su desarrollo, el proyecto apunta a resolver la modelización conceptual, operativa y la producción de salidas numéricas, gráficas y cartográficas de experimentación de variables críticas, a partir de la selección y análisis de indicadores de *sustentabilidad* y de *calidad de vida urbana* que derivan de los patrones vigentes de uso del suelo, consumo energético y movilidad.

Se representarán y modelizarán cadenas causales de los *procesos de producción de insustentabilidad urbana*, a través de su *reconstrucción inversa*. Se identificarán puntos críticos en dichas cadenas de procesos sobre los que - a través de un modelo matemático de tipo contable - se ensayarán instrumentos de política pública (de mitigación, correctivos y/o preventivos). Se definirán escenarios en los que, mediante técnicas de experimentación numérica, se elaborarán, ensayarán y evaluarán trayectorias alternativas de desarrollo urbano en diversos horizontes temporales, a través de la combinación e integración de distintos instrumentos de política. Avanzado el desarrollo del proyecto, se establecerán instancias de interacción con autoridades locales y actores de los sectores público, privado, de la sociedad civil y del tercer sector, con el propósito de validar el modelo y fortalecer la capacidad comunicacional del instrumento.

El resultado del proyecto se ubica como eslabón intermedio entre los sistemas de indicadores de Sustentabilidad – hoy ampliamente difundidos en su desarrollo, pero limitados en su capacidad para *orientar* el diseño de *políticas y estrategias de intervención* - y los sistemas de soporte de decisión aplicables a sistemas urbanos. En esta fase de su desarrollo se determinará su base estructural y se analizará críticamente su modo y su capacidad de funcionamiento, como metodología de recorte del problema.

Este desarrollo experimental se localizará en la Micro Región del Gran La Plata, para la que se cuenta con acceso a información válida y confiable, producto de proyectos de investigación y desarrollo en marcha en las unidades de investigación involucradas en el proyecto.

PALABRAS CLAVE

Modelos de simulación. Dinámica urbana. Experimentación Numérica. Escenarios. Desarrollo Sustentable. Calidad de vida urbana. Uso del Suelo – Energía - Movilidad.

1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un modelo de simulación de la dinámica urbana, con énfasis en los patrones vigentes de uso del suelo, movilidad de la población y consumo energético, para la experimentación numérica de políticas y estrategias de desarrollo sustentable (NUMEX). El modelo se orienta a: (i) integrar información crítica vinculada a la sustentabilidad del sistema; (ii) identificar cadenas de *procesos* involucrados en la *producción de la insustentabilidad* urbana; (iii) generar instrumentos y capacidad de soporte para el diseño y ensayo – mediante experimentación numérica – de políticas y estrategias de intervención pública que operen sobre nodos críticos en dichas cadenas de procesos y (iv) analizar y evaluar - en entornos multiactorales - los efectos combinados de los escenarios y trayectorias estratégicas alternativas a formular.

2. OBJETIVOS ESPECIFICOS E HIPÓTESIS DE TRABAJO

Objetivos específicos

- i. Desarrollar un modelo conceptual que represente adecuadamente las fuerzas que *configuran* la dinámica territorial, ambiental, económica y social del sistema urbano, sobre la base de la interrelación entre los patrones vigentes de Uso del Suelo, de consumo de Energía y de Movilidad (Subsistema USEM).
- ii. Identificar nodos críticos en los *procesos de producción de la insustentabilidad urbana*, a través de la *reconstrucción inversa* de las cadenas causales de los desequilibrios, asimetrías y brechas descriptas y mensuradas en sistemas de indicadores de Desarrollo Sustentable.
- iii. Formular, diseñar y formalizar un modelo operacional que (i) relacione e interconecte a todos los componentes significativos del subsistema USEM en el espacio territorial definido ; (ii) represente los componentes y cadenas de procesos que los condicionan y determinan; (iii) identifique los nodos críticos de dichas cadenas y procesos; (iv) permita ensayar - mediante experimentación numérica - conjuntos de políticas públicas y estrategias alternativas de intervención, orientadas a prevenir y/o corregir los desajustes / asimetrías / brechas de sustentabilidad en el mediano y largo plazo y/o a mitigar sus efectos e impactos.
- iv. Diseñar e implementar las vinculaciones del modelo (i) con bases de datos y sistemas de indicadores desarrollados en las Unidades de Investigación N° 2 y N° 6B del IDEHAB, (ii) con Sistemas de Información Geográfica, (iii) con resultados de la aplicación de otros modelos matemáticos sectoriales exógenos (de Transporte, de Energía, de Uso del Suelo, de Calidad de Vida) en otros proyectos desarrollados en dichas Unidades de Investigación y (iv) con modelos ad-hoc de simulación y experimentación de viabilidad institucional
- v. Seleccionar instrumentos de política y estrategias de intervención aplicables a componentes identificados del subsistema USEM - como insumos del modelo de experimentación.
- vi. Conducir experimentos numéricos de políticas y estrategias alternativas de intervención, visualizar los valores de indicadores de Sustentabilidad y Calidad de Vida Urbana que resultan de los escenarios ensayados, evaluar y documentar los resultados y los procedimientos.
- vii. Establecer instancias sistemáticas de articulación entre investigadores urbanos y actores sociales en ámbitos públicos, privados, comunitarios y de la sociedad civil, involucrados en los procesos que conforman la dinámica y la calidad de la vida urbana, con el propósito de construir procesos compartidos y simétricos de aprendizaje técnico, institucional y comunicacional en base a la experimentación de estrategias de desarrollo urbano sustentable.

Hipótesis de trabajo

General

La sistematización de las vinculaciones claves entre estos tres estructurantes básicos de la dinámica urbana (Uso del Suelo, Consumo de Energía y Movilidad) permitirá identificar cadenas y procesos causales de insustentabilidad urbana y nodos críticos de intervención. El diseño, ensayo y experimentación numérica de estrategias alternativas permitirá construir y evaluar Escenarios.

Particulares

- i. La determinación de un modelo reducido a partir de la integración de nodos críticos de un subsistema urbano así como la adopción de un espacio territorial para el que se cuenta con información relevante, permitirán verificar su lógica, su estructura operacional y su aplicabilidad territorial en el término de la duración del proyecto.
- ii. Un modelo conceptual y operativo de carácter abierto permitirá precisar y debatir ideas sobre el ideal sustentable, explicitar y debatir visiones y estrategias y definir trayectorias futuras a través de aproximaciones sucesivas.
- iii. El aprendizaje generado a través de la adopción y evaluación de políticas y estrategias de intervención pública en entornos multiactorales, permitirá reducir la distancia entre (i) las modalidades de producción de información integrada sobre la sustentabilidad urbana global, y (ii) su uso y operación por parte de técnicos y decisores localizados en instituciones públicas, privadas, del tercer sector y de la sociedad civil abocadas a la formulación de políticas para la planificación y gestión de la dinámica urbana.

3. RELEVANCIA DEL PROBLEMA

La producción de la insustentabilidad urbana

Los procesos globales de expansión, estructuración y funcionamiento de las ciudades se caracterizan en las últimas décadas por los siguientes patrones y tendencias globales:

- Los complejos procesos de expansión, estructuración y funcionamiento de las ciudades (la *dinámica urbana*) tienden hacia su desequilibrio e insustentabilidad creciente. Las ciudades son hoy la mayor fuente de consumo de materia y energía y concentran los principales núcleos de contaminación y degradación del medio ambiente. Modelos tecno-económicos concentrados, alta dependencia de recursos materiales y fuentes energéticas no renovables externas al sistema urbano y patrones no racionales de consumo determinan alta vulnerabilidad ante cambios externos y baja capacidad de autorregulación del sistema, así como severas alteraciones ambientales, espaciales y sociales difícilmente reversibles, que impactan fuertemente sobre la calidad de vida urbana .
- La expansión urbana es crecientemente desordenada y desequilibrada. Sus patrones de estructuración socio-espacial, morfológica y funcional son difusos y segmentados. La producción equitativa de soportes adecuados para restablecer el equilibrio ambiental y para ejercer niveles aceptables de ciudadanía e inclusión urbana no crece en la dirección, con la calidad ni a la velocidad requerida para enfrentar satisfactoriamente esa modalidad y ritmo de expansión. Se agudizan discontinuidades, asimetrías y desigualdades sociales y regionales en la producción, circulación, accesibilidad y consumo de bienes y servicios urbanos, lo que agudiza fragmentación y segmentación socio-espacial y desestimula pautas racionales de consumo de insumos críticos.
- Impulsadas por procesos de igual naturaleza y extensión (a los que se suman el creciente debilitamiento de la capacidad institucional y gestonaria de los Estados y la prevalencia de la lógica mercantil de actores privados) estas tendencias globales de estructuración y operación urbana se manifiestan también en las principales aglomeraciones de Argentina y se agudizaron y aceleraron desde los años '90.
- El avance global del conocimiento científico sobre los procesos causales de la insustentabilidad es más veloz que el de la capacidad de las instituciones públicas, privadas y comunitarias para procesarlo e incorporarlo como insumo de sus procesos decisorios¹. Aún a pesar de la adopción parcial e incipiente de enfoques, modalidades e instrumentos de gestión consistentes con el DS, los dispositivos de planificación son insuficientes para abordar la problemática: carecen de orientaciones estratégicas adecuadas y presentan numerosas discontinuidades institucionales y fragmentaciones organizacionales e instrumentales críticas, que inhiben el despliegue de abordajes sistémicos de mediano y largo plazo que contrarresten, prevengan o mitiguen aquellas tendencias eficientemente.
- A la brecha entre el conocimiento generado por instrumentos avanzados de investigación científica (incluyendo modelos numéricos) y la implementación de políticas y estrategias, se suma el que tampoco existen interfases técnicas ni institucionales suficientemente sólidas y fluidas entre actores que operan en el campo del conocimiento y en el de la gestión pública. Se trata de una interfase problemática que – aún en el plano internacional - no está adecuadamente resuelta².

Antecedentes, avances y estado del arte

El proyecto se apoya sobre el concepto de Desarrollo Sustentable (DS). El largo trayecto recorrido desde su primera formulación implícita (Primer ensayo sobre la población (Th.R. Malthus, 1798) hasta los desarrollos posteriores a la Conferencia de las Naciones Unidas en Estocolmo (1972)³, está

¹ Existe amplia documentación sobre este rezago en la construcción de capacidades para el planeamiento integrado de la sustentabilidad urbana (Karol et al., 2005 y 2007)

² El Taller “Numerical Modelling – Policy Interface Workshop: NMPI 2007, Universität Stuttgart y British Geological Survey en Stuttgart, Marzo 12-13, 2007, ilustra la vigencia y actualidad de esta tensión. Su propósito es establecer una red y definir una agenda para analizar, definir y documentar la problemática de la construcción de soportes de decisiones, de modo de reducir la brecha entre el conocimiento científico, la gestión de recursos y la construcción de mecanismos apropiados de adaptación y reducción de la vulnerabilidad frente al impacto del Cambio Climático.

³ “Ecodesarrollo” (M. Strong, I. Sachs, E. Schumacher), “Desarrollos alternativos” (IFDA), el conocido y citado Informe Brundtland (1987), la creación del PNUMA, las Conferencias mundiales de Río de Janeiro (en la que en

jalonado por avances hacia la universalización del concepto, la ampliación del conocimiento sobre los vínculos entre sus dimensiones, la adopción de metas globales compartidas y el fortalecimiento de las capacidades de los gobiernos para gestionar sistemas complejos en los que se entrecruzan – con alta incertidumbre - múltiples intereses conflictivos de actores locales y globales.

El paradigma del DS – con foco inicial en los efectos ambientales negativos del modelo *tecnológico* de producción y consumo predominante – integra cuatro dimensiones principales (Ambiental, Económica, Social e Institucional). En los últimos años, viene ganando espacio en el análisis crítico de las contradicciones e impactos ambientales negativos de los estilos de desarrollo prevalentes y urgiendo la instalación de cambios radicales en tendencias, perfiles y asimetrías características del consumo de energía e insumos ambientales críticos.

El DS propone que los estilos y estrategias de producción/consumo que impulsen modelos técnico-económicos de *desarrollo* resguarden la *integridad* y el *equilibrio* del ambiente y expandan y profundicen el *bienestar* de la sociedad. Para ello, sus objetivos son: (i) sustentabilidad del desarrollo económico (interfase de dimensiones económica y ambiental); (ii) habitabilidad social / regional (interfase de dimensiones ambiental y social) y (iii) eficiencia y equidad intra e Inter-generacional (interfase de dimensión social y económica). La dinámica de las interrelaciones entre sus componentes es la clave para analizar las *trayectorias* y estimar la sustentabilidad de un sistema, esto es, la tendencia a establecer balances crecientemente armónicos entre los objetivos de las dimensiones principales a través de modelos institucionales de gestión adecuados. La construcción de escenarios (*trayectorias* alternativas hacia imágenes de futuro deseable (Kahn & Wiener (1967), Gallopin, 2005) puede medirse en los estados de esas intersecciones.

La construcción de marcos metodológicos e instrumentales para registrar progresos hacia la sustentabilidad revela un recorrido intenso y complejo en el que, *según su potencialidad para orientar procesos decisivos* se reconocen dos abordajes principales: (i) sistemas de indicadores y (ii) modelos matemáticos.

(i) La revisión de Sistemas de Indicadores revela sucesivas “generaciones”. La primera desarrolla sistemas de indicadores del estado del ambiente a escala nacional (para su comparación internacional). Se registra un mayor desarrollo de indicadores de deterioro ambiental resultantes de modelos y tecnologías productivas y de estilos de consumo (con lo que se vinculan con la dimensión económica); menor desarrollo de dimensiones sociales, escaso tratamiento de asimetrías e inequidades y muy baja visibilidad y desarrollo rezagado de la dimensión institucional (Ravella, Karol, Ainstein et al, 2006). La segunda generación amplía los sistemas a otras dimensiones ligadas al núcleo temático ambiental. La tercera organiza la información *dinámicamente*: los modelos más usados son los marcos PER – Presión-Estado-Respuesta (OCDE, 1994) y su especificación posterior FPEIR -Fuerza Motriz-Presión-Estado-Impacto-Respuesta (EEA, UNEP, 2002). Ambos derivaron en aplicaciones en diversos campos, especialmente en los asociados al impacto del deterioro (salud, economía, calidad del empleo, ecosistemas, biodiversidad). Todos asumen relaciones causa-efecto en las intersecciones entre componentes económicos, sociales y ambientales y apuntan a discernir indicadores de *procesos a lo largo en una secuencia de causación*.⁴ Los indicadores “R” (Respuesta) reflejan medidas de todo tipo encaminadas a resolver y mitigar presiones e impactos, a prevenir y alterar la naturaleza de las presiones y a configurar estrategias alternativas y su implementación corresponde a la dimensión político-institucional-gestionaria del DS.

(ii) El segundo abordaje está representado por los modelos (globales, urbano-espaciales y de sustentabilidad) de *simulación del funcionamiento del sistema modelizado*. Los primeros modelos de simulación de sistemas *globales* datan de los años ‘70. “Los Límites del Crecimiento” (Meadows et

1992 se adoptó el Programa Agenda 21) y Kyoto (1997), la adopción de las Metas de Desarrollo del Milenio (2000) y la Conferencia de Johannesburgo (2002) sobre el medio ambiente, entre otros hitos relevantes.

⁴ “F” alude a fuerzas de cambio ambiental: corresponden a actividades sectoriales. “P” describe las causas directas de problemas ambientales (emisiones tóxicas, de CO₂, ruido, residuos). “E” revela la condición actual del ambiente. “I” se refiere a los efectos de las presiones ambientales sobre la salud o la rentabilidad y viabilidad de producciones agrarias. Con una lógica parecida opera también el modelo MEME-OMS: las condiciones sociales, económicas y demográficas de contexto generan marcos de exposición a riesgos (discernibles en los niveles ambiental, comunitario y de los hogares), que ocasionan resultados en el campo de la salud. “R” son acciones preventivas y de mitigación que apuntan a reducir exposición y/o a reducir la severidad de resultados.

al, 1972, 2002) y “¿Catástrofe o Nueva Sociedad?” (Fundación Bariloche, 1975, 2005) polemizaron sobre el carácter ineludible de la catástrofe pronosticada por el primero y la importancia de la reorientación tecnológica y distributiva para enfrentarla postulada por el segundo. De la misma época data el concepto de “Estilos de Desarrollo”. O. Varsavsky desarrolló e implementó (en Argentina, Chile y Venezuela) el concepto de “experimentación numérica” como un particular encuadre de modelos para simular y operar sobre sistemas complejos (como los sistemas sociales), analizando la viabilidad de estrategias y trayectorias alternativas. La *primera* versión de la metodología de Escenarios (explicitar, construir y evaluar *trayectorias hacia* imágenes de futuro deseable) es contemporánea de estos desarrollos.

En los años ‘70 se inicia la investigación y *modelización de sistemas complejos* en América Latina. A la introducción de la modelización matemática y la experimentación numérica de sistemas sociales por O. Varsavsky, se suman los métodos de análisis de *procesos socio-espaciales-ambientales* de estructuración de áreas metropolitanas inaugurados por H. Torres desde la *Ecología Urbana* y los modelos descriptivos de la estructura espacial urbana (Echenique, 1975) impulsados por la SIAP.

Seis grandes paradigmas de modelización apoyan la toma de decisiones en materia de *sustentabilidad*: (i) macro-económicos; (ii) equilibrio general contable; (iii) optimización, (iv) dinámica de sistemas; (v) probabilísticos o de redes bayesianas y modelos de evaluación de riesgos y (vi) simulación multiagente. Las primeras tres se usan clásicamente en análisis político-económicos. Modelos usados para predecir y evaluar políticas macroeconómicas, incorporaron en los últimos años variables ambientales y especialmente energéticas⁵. Esta clase incluye también modelos neoclásicos de equilibrio general contable y de optimización⁶. Modelos basados en dinámica de sistemas se usan ampliamente en ciencias ambientales y naturales así como en modelos de gestión de políticas energéticas (Sterman, 2000, Fridman, 2002). Se usan redes bayesianas en modelos causales probabilísticos multivariados de evaluación de riesgo (Jensen, 1997) y en procesos de soporte de decisión en planificación y gestión del uso de la tierra (Bacon et al., 2002). La más reciente simulación multiagente (Otter et al., 2001; Bousquet et al., 1999) se expresa en términos de agentes, objetos y ambientes.

Los modelos de *uso del suelo, transporte y energía* más usuales hoy - DRAM / EMPAL (Putnam, 1992), MEPLAN, LEAM y TRANUS (transporte y uso del suelo), LEAP (energía y uso del suelo), DORTMUND (cambio tecnológico, reorganización de actividades y reducción de emisiones de CO₂). combinan herramientas macro-económicas en esquemas de equilibrio espacial parcial. SPARTACUS y PROPOLIS mejoran la capacidad de MEPLAN integrando indicadores sociales, ambientales, económicos. URBANSIM (Wadell, 2002) es un híbrido: se aproxima a modelos multi-agente con plataformas idénticas a modelos económicos tradicionales.

Estos modelos representan el estado del arte en relación a componentes del subsistema USEM. Algunas de sus limitaciones incluyen su carácter “cerrado” y la débil conexión con temáticas asociadas (gestión de agua, impactos sobre biodiversidad, salud, bienestar social y pobreza, etc.).

Importancia del conocimiento que se generará

El modelo a desarrollar es un intento original que relaciona los *tres componentes* del subsistema y detecta, identifica y *localiza brechas de sustentabilidad*, reconstruyendo sus *cadena*s y *procesos causales* y localizando e identificando *nodos críticos* de intervención. La experimentación numérica permite componer, ensayar y evaluar ex - ante diversas trayectorias alternativas. El modelo no opera como “caja negra” sino que es *liviano* y *contable* (ver más adelante), por lo que podrá integrar a actores heterogéneos. La metodología de *escenarios* permite ir afinando las propuestas sobre el ideal sustentable así como explicitar y debatir visiones y estrategias entre los actores. Está orientado a la planificación, gestión y apoyo a la toma de decisiones y a mejorar la capacidad de comunicación e interfases entre investigadores y decisores.

Impacto de los objetivos del proyecto

⁵ Pueden citarse HERMES (European Comm.1993), NEMESIS (Ambiente e I+D) e INTERLINK (OECD, 2001)

⁶ El modelo GEM-e3 relaciona economía y energía. EPA (M.I.T.) y MERGE (Stanford) operan sobre cambio climático. GREEN cuantifica costos de los acuerdos de reducción de emisiones de CO₂. MARKAL-TIMES optimiza opciones tecnológicas.

Se espera que el aprendizaje a generar a través de la modelización de un subsistema urbano y de la experimentación numérica de políticas de Desarrollo Sustentable contribuya a (i) mejorar la calidad y sistematicidad de la *articulación* entre el campo académico y el de la gestión urbana; (ii) mejorar la calidad del debate sobre la eficiencia, efectividad, equidad y sustentabilidad de las estrategias de crecimiento urbano en el mediano y largo plazo; (iii) estimular la construcción progresiva de arreglos institucionales y gestionarios adecuados. El completamiento del proyecto permitirá, en fases ulteriores, desarrollos de aplicaciones generalizables a ciudades intermedias y/o análisis comparativos de ciudades de similares dinámicas y avanzar en la construcción de sistemas de soporte de planeamiento urbano.

4. RESULTADOS PRELIMINARES Y APORTES DEL GRUPO AL ESTUDIO DEL PROBLEMA EN CUESTIÓN. ORGANIZACIÓN DEL EQUIPO DEL PROYECTO

Los principales avances en el análisis de la sustentabilidad urbana registran impactos ambientales de la producción y consumo de energía y de los transportes, (como indicadores “de estado” del nivel de deterioro ambiental y también a través de modelos de optimización y simulación). Los esfuerzos por interrelacionar dimensiones son incipientes y las conexiones conceptuales y operativas de ambas con los procesos de producción y ocupación del espacio son escasas⁷.

En el plano nacional se registran diversas actuaciones en esta materia, tanto (i) en la generación de modelos matemáticos y simulaciones territoriales de los procesos de gestión urbana como (ii) en la conformación de indicadores cuali-cuantitativos del grado de sustentabilidad urbana, la calidad de vida urbana (CVU), la eficiencia energética, y el impacto ambiental urbano, cuantificado a través de modelos específicos que trabajan bajo plataforma GIS. En el IDEHAB - Instituto de Estudios del Hábitat, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de La Plata (en adelante, IDEHAB) - la Unidad de Investigación N° 2 está abocada a conformar un modelo matemático para determinar indicadores de CVU; al desarrollo de un atlas Ambiental de la República Argentina en cuanto a consumo de energía (eléctrica y gas por red) y de un Atlas global del comportamiento urbano del Partido del Gran La Plata. La Unidad de Investigación 6B ha desarrollado análisis que modelan la interacción entre pares de dimensiones abordadas por este proyecto.

El grupo de investigadores que integran el núcleo central del proyecto se desempeñan en estas dos Unidades de Investigación del IDEHAB⁸.

El objetivo de esta línea de investigación – desarrollar un modelo matemático para formular, experimentar y evaluar trayectorias alternativas de desarrollo urbano sustentable- se basa sobre la sistematización e integración de conocimientos, avances conceptuales e instrumentos específicos desarrollados en los últimos años por integrantes de dichas Unidades.

Los principales proyectos específicos a los que se alude son los siguientes:

1. Sustentabilidad urbana y dinámica de crecimiento: Modelos de evaluación de patrones asociados de consumo de suelo, energía y patrones de movilidad para la Micro Región del Gran La Plata. PICT – 13-14422, Grupo Responsable: O. Ravella (Dir.), J.L. Karol y L. Ainstein, UI N°6B. El proyecto – en ejecución – examina la *dinámica de la producción de la insustentabilidad* urbana y avanza en la formulación de modelos *cualitativos* de evaluación de las formas niveles, patrones y *ecuaciones de sustentabilidad* de la dinámica histórica del crecimiento urbano y de su gestión institucional. Con ese fin, (i) examina marcos teórico / conceptuales e instrumentales ligados al concepto de sustentabilidad urbana, (ii) analiza trayectorias de formación – transformación regional/urbana sobre la base de la articulación de los componentes del subsistema USEM y (iii) sistematiza trayectorias de estructuración institucional y de condiciones de regulación de la configuración urbana.
2. Análisis de pautas de consumo de suelo v energía desde los sistemas de movilidad, en el marco del protocolo de Kyoto. Programa de incentivos UNLP, 2006, Directora: O. Ravella. UI N°6B. Se formulan pautas que integran factores de mitigación de gases efecto invernadero en los patrones de consumo de suelo urbano, energía y movilidad USEM), tendientes a mejorar el nivel de sustentabilidad del crecimiento urbano. La metodología retoma criterios expuestos por el IPCC. Se espera contribuir a la formulación de planes que contemplen la racionalización de los consumos asociados de USEM para mejorar la calidad de vida de la población por medio de la disminución de las emisiones contaminantes, el congestionamiento y la inseguridad producida por los sistemas de transporte.
3. Mitigación de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en el sector Transporte. (2006) (Actividades Habilitantes para la 2ª. Comunicación Nacional del Gobierno de la República

⁷ Entre los modelos más usuales para tratar los componentes del subsistema USEM, LEAP, TRANUS, LEAM y Dortmund abordan Usos del Suelo. El primero lo vincula con Energía; el segundo con Movilidad y los dos últimos lo desarrollan en exclusividad. **No encontramos tratamientos integrados de las tres dimensiones.**

⁸ Se trata de la Unidad de Investigación (UI) N° 2 “Hábitat, Energía y Medio Ambiente”, dirigida por el Dr. Arq. Elías Rosenfeld y la UI N° 6B “Transporte, Ciudad y Ambiente” dirigida por la Arq. Olga Ravella.

Argentina a las partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Plan Nacional de Mitigación. Argentina TF 51287/AR. Directora: O. Ravella. UI N°6B. (3 Vol.) Se analizan medidas significativas de mitigación para la reducción de las emisiones de GEI originadas en el sector Transporte. Por primera vez se espacializan las emisiones GEI en corredores y ciudades del territorio nacional y se formulan escenarios base y de mitigación considerando la aplicación de diversas medidas. Se analizan estrategias vigentes y la aplicabilidad de las facilidades del mercado de carbono. Se analiza la potencialidad de un portafolio de medidas para reducir la emisión de GEI y se presentan posibles estrategias para su implementación.

4. Sistemas de diagnóstico de necesidades básicas en infraestructuras, servicios y calidad ambiental en escala urbano-regional. (Calidad de Vida Urbana), (C. Discoli, E. Rosenfeld, G. San Juan, I. Martini et al.) UI N°2.⁹ El proyecto tiene por objetivos (i) estudiar métodos para evaluar necesidades básicas de servicios e infraestructura y aspectos ambientales que definen niveles de calidad de vida urbana-ambiental (CVU) e identificar tendencias a escala local y regional; (ii) integrar el conocimiento de los sistemas urbanos y sus consecuencias ambientales considerando la trama de servicios de infraestructura energética-servicios-saneamiento, sus coberturas y la opinión de los usuarios y (iii) desarrollar una metodología de definición y cálculo de indicadores e índices de Calidad de Vida Urbana en términos de calidad y equidad social. El modelo permite establecer áreas homogéneas considerando la calidad de (a) los servicios urbanos y equipamiento (servicios básicos y alternativos de infraestructura, de saneamiento, de comunicación y sociales) y la de (b) aspectos ambientales (contaminación sonora, del aire, de la tierra y del agua) y riesgos y vulnerabilidades urbanas (áreas inundables, basurales, asentamientos precarios, industrias inactivas, actividades incompatibles con uso residencial, residuos peligrosos y patógenos y otros). A través de escalas numéricas, los algoritmos del modelo consideran (i) la calificación, la opinión, la cobertura y el factor de uso, en el primer caso y (ii) la calificación, el factor de afectación y el grado de impacto, en el segundo. Los resultados - cálculo y espacialización geográfica de índices de Calidad de Vida Urbana y análisis tendencial en cada área valorada - pueden verse espacializados con soporte SIG.
5. Atlas Energético-Ambiental para la Región del Gran La Plata. Desarrollo de Metodología y Aplicación (E. Rosenfeld; C. Discoli; G. San Juan, I. Martini et al). La UI N° 2 viene desarrollando una metodología de análisis y diagnóstico territorial para analizar estados de situación y relacionar sectores-escalas desde diversas dimensiones, con el fin de conocer, evaluar y accionar sobre estados de distorsión e inequidad en áreas urbanas específicas. Se definen, localizan y evalúan perfiles energético/ambientales típicos de áreas con diversos grados de consolidación, relacionando la compleja interacción entre sus dimensiones relevantes en diferentes escalas, utilizando un SIG como entorno. Dichos perfiles energo/ambientales (de cada área prototípica para cada sector característico del sistema urbano complejo) permiten evaluar tipos de fuente, vectores energéticos, densidad /intensidad / frecuencia de sus flujos, tipos y equidad de uso, lo que permite diagnosticar áreas de riesgo con precisión razonablemente alta. Las salidas gráfico-numéricas y los resultados cuali-cuantitativos del Atlas identifican la interrelación entre áreas, sectores, escalas, variables y dimensiones que caracterizan (I) soporte natural (agua, suelo, clima, biotopo); (ii) soporte artificial (infraestructuras vial, energética, de comunicaciones, de uso del suelo y saneamiento) y (iii) soporte social (población, sectores de producción, comercio, administración, cultura, patrimonio y demandas de educación, transporte, espacio residencial, seguridad y recreación). Este corpus de base facilita el determinar indicadores de Calidad Ambiental (dimensiones de Energía, Contaminación y Vulnerabilidad) y Calidad de Vida Urbana (calidad real y percibida de servicios urbanos y equipamiento y de aspectos urbano-ambientales).

⁹ El proyecto reconoce como Marco de Referencia (i) el proyecto “Sistema de Diagnóstico de necesidades básicas en infraestructura, servicios y calidad ambiental para centros urbanos o sectores con demanda insatisfecha”. FONCYT-PICT N°13-14509, (Discoli C. et. al. (2005-2007) ;(ii) el proyecto “REDES. Políticas de uso racional de la energía en áreas metropolitanas y sus efectos en la dimensión ambiental”. PIP-CONICET-FAU-UNLP. Pirez P. et al., (1997-2000)y (iii) “Índice de calidad de vida urbana para una gestión territorial sustentable”, E. Rosenfeld, G. San Juan y C. Discoli. (2000), Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. ISSN 0329-5184. IV, 2, pp. 01.35-38.

Mejora sustancialmente la integralidad de la información requerida para alimentar procesos de planificación y – en forma mediata – la fijación de políticas y asignación de recursos.

6. Medidas de Eficiencia Energética. Informe Final. E.Rosenfeld, G.San Juan, C.Discoli, C.Ferreyro, I.Martini, J.Barrera, E.Groisman, A.Fushimi y M.I.Sosa. (2006) Proyecto BIRF N° TF 51287/AR "Actividades habilitantes para la Segunda Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático", 3 Vol.: I, 193p.;II, 349p; III, 299p. 2006. Se analizan medidas significativas de mitigación para la reducción de las emisiones de GEI originadas en el sector Energético.
7. Un antecedente fundante de los desarrollos metodológicos de la UI N° 2 sobre los que se asienta el presente proyecto es PIGUR: Programa Informatizado de Gestión Urbana v Regional (E. Rosenfeld; O. Ravella; C. Discoli, G. San Juan, I. Martini et al (1996), Energías Renovables v Medio Ambiente.Pág 65-74. ISSN 0328-932X

Además de su participación como investigador y/o miembro del Grupo Responsable en varios de los desarrollos e investigaciones de ambas Unidades de Investigación del IDEHAB citados hasta aquí (ver Bibliografía), el MSc Soc J.L. Karol (Investigador Responsable del proyecto) aporta al tratamiento y construcción de sistemas de indicadores y a la modelización de sistemas complejos su temprana participación como Investigador del Grupo de Modelos Matemáticos, Proyecto Métodos y técnicas para analizar políticas económicas alternativas en el largo plazo, conducido en la CEPAL bajo la dirección de Oscar Varsavsky entre 1974 y 1977 y la dirección de varios proyectos de construcción y/o evaluación crítica de sistemas de indicadores – desde 1982 - en el Consejo Federal de Inversiones, el Centro Interamericano de Desarrollo Económico y Social de la Organización de los Estados Americanos, el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC), el Programa de Mejoramiento de Barrios (PROMEBA) el Programa Materno Infantil y Nutrición (PROMIN) y varios proyectos del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) – así como en el análisis de las capacidades institucionales de gestión de autoridades locales y nacionales en cuestiones ambientales y de dinámica urbana.

En el plano estrictamente académico, a ellos se suman sus roles de (i) Co-Director del Proyecto UBACyT AR012 Sistemas de Evaluación v Políticas de estructuración de redes v componentes urbanos en Argentina, Programación 1991-94, ISU, Instituto Superior de Urbanismo, Universidad de Buenos Aires; (ii) Miembro del grupo responsable en el proyecto Sistemas de Evaluación v Políticas de estructuración de redes v componentes urbanos en Argentina, SECyT UBA AR 013, programa 1995-97, en sede ISU/ UBA (que dio lugar a la publicación (con L. Ainstein y J. Lindenboim, 2000) de Modelos de análisis v gestión de redes v componentes urbanos, Cuadernos del CEPED N°3, Instituto de Investigaciones Económicas, FCE-UBA; (iii) Director Alterno del Proyecto UBACyT TA03 Estructuras v Redes institucionales para la planificación v gestión integrada del Aglomerado Urbano de Buenos Aires, Programa 1998-2000, en sede ISU/UBA ; (iv) Co-Director del proyecto PICT 99 N° 13-06826 Estructuración institucional para la planificación v gestión del aglomerado urbano de Buenos Aires, Programa 2001-05, que dio lugar a la publicación del mismo nombre (en colaboración con L. Ainstein, B.Rajland, E. Pastrana et al., 2005) en edición digital del ISU/UBA ISBN/CD 987-9680-6; (v) Co-Director del proyecto UBACyT A046 Dinámica Contextual, Planificación v Gestión del Aglomerado Metropolitano Buenos Aires: una Perspectiva Interactoral, Interinstitucional e Interjurisdiccional, Programa 2004-06 en sede ISU/UBA;

Organización del Equipo del Proyecto

El equipo del Proyecto adopta el siguiente esquema de organización y estrategia operativa para su ejecución, a todo lo largo de la duración del mismo:

El proyecto cuenta con un *núcleo central*, un conjunto de Consultores Externos y un Grupo de Referencia.

El núcleo central está integrado por los miembros del Grupo Responsable y por los investigadores que se indican en la sección correspondiente

El proyecto contará con la participación – en distintas instancias y momentos de su ejecución - de **tres consultores externos**:

- un Economista, experto en Economía de la Energía, formado en el desarrollo y aplicación de modelos matemáticos de experimentación numérica e investigador del Instituto de Economía Energética de la Fundación Bariloche
- ⊖ un Arquitecto, Urbanista y Planificador urbano asistirá en la construcción de esquemas modelísticos cualitativos de la dinámica urbana, en la identificación de nodos temáticos y de vínculos característicos.
- ⊖ Un Programador formado en Ciencias Informáticas y con fuerte base matemática, asistirá en la formalización matemática del modelo de experimentación y en su programación computacional.

El Grupo de Referencia está integrado por

- Un grupo de *asesores permanentes* del proyecto, integrado por Mg. Ing. C. Discoli, MSc. Arq G. San Juan y Arq. N. Giacobbe, investigadores de las UI N° 2 y UI N° 6B del IDEHAB
- Un *Comité Científico* supervisará la marcha del proyecto a través de instancias de orientación y monitoreo estratégico, validación, control y análisis e interpretación de resultados.

El Comité Científico está integrado por

- a. Dr. Arq. Elías Rosenfeld. Urbanista, especialista en Energías Alternativas y Medio Ambiente, Investigador Principal del CONICET y Director del IDEHAB/FAU/UNLP
- b. Dr. Pablo Jacovkis (UBA), Especialista en matemáticas aplicadas y modelos matemáticos de sistemas complejos. Profesor del Departamento de Computación de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN-UBA) y de la Facultad de Ingeniería de la UBA, donde dirigió el Departamento de Matemática (1984-1988). En la FCEN se desempeñó como Secretario Académico (1994-96), Director del Instituto de Cálculo (1988-1998), Decano (1998-2006). En 2000 fue Presidente del CONICET (2000)
- c. Dr. Gilberto Gallopin, (UBA, Cornell y British Columbia). Fue Director del Programa "Systems for Sustainable Development" (Stockholm Environment Institute –SEI); Líder del Programa de Manejo de Tierras (Centro Internacional de Agricultura Tropical -CIAT, Cali); Senior Fellow (International Institute for Sustainable Development - IISD); Senior Expert on Environment and Development (IIASA, Austria) y Asesor Regional en Políticas Ambientales (CEPAL). Es co-coordinador del Global Scenario Group (GSG-SEI) e Investigador Asociado de la universidad de Harvard. Fue Director del Grupo de Análisis de Sistemas Ecológicos, Presidente Ejecutivo y Presidente del Consejo Directivo de la Fundación Bariloche y es uno de los autores del Modelo Mundial Latinoamericano.

El *núcleo central* mantendrá estrecha relación operativa con los *asesores permanentes* durante el proyecto.

Los *Consultores Externos* participarán activamente en las etapas de diseño conceptual, formalización matemática, análisis de consistencia y análisis de resultados del modelo NUMEX.

El proyecto prevé desarrollar dos (2) seminarios anuales con los miembros del *Comité Científico* durante sus tres años de duración.

5. CONSTRUCCIÓN DE LA HIPÓTESIS Y JUSTIFICACIÓN GENERAL DE LA METODOLOGÍA DE TRABAJO

Construcción de la hipótesis de trabajo

Dado un conjunto de indicadores seleccionados de salida relativos a la Sustentabilidad y a la Calidad de vida urbana que se derivan del *funcionamiento* de los componentes del subsistema USEM analizado, la aplicación de un proceso *conceptual* de reconstrucción (o *reingeniería inversa* (Warden,1992; Chicofsky & Cross,1990) de encadenamientos causales, de precedencia o conexidad en los *procesos de producción* de los niveles y formas de insustentabilidad medidos a través de ellos, permite identificar conjuntos de (y vinculaciones entre) nodos críticos de las cadenas. Esta identificación permite *localizar* y *definir* la naturaleza y las características de diversas estrategias alternativas de intervención a experimentar por medio del componente de *simulación de escenarios* del modelo, así como evaluar su razonabilidad, sensibilidad, consistencia, conveniencia, integración y factibilidad.

Justificación de la metodología

La ciudad es un espacio *significado* a través de los procesos de su *ocupación* y *producción social*. Mediados por una trama compleja de decisiones públicas y privadas de índole económica, cultural y político-institucional, estos procesos *localizan* a grupos sociales y a las actividades que despliegan, construyen sus *soportes* urbanos y los *conectan* entre sí según determinantes tecno-económicos e institucionales históricamente determinados. Así, los *patrones de Uso del Suelo, Consumo de Energía y Movilidad* (USEM) devienen *estructurantes básicos de la dinámica urbana* y se articulan sistémicamente, por lo que la planificación y gestión de su sustentabilidad requiere integrar políticas y estrategias en el mediano y el largo plazo y concertar esfuerzos entre actores públicos, privados y de la sociedad civil.

La lógica de la *construcción* del modelo es la del enfoque descrito y formalizado por O. Varsavsky a comienzos de los años '70, instalado en la planificación urbana por la FLACSO a fines de esa década y retomado recientemente por la “tercera generación” de sistemas de indicadores de sustentabilidad (FPEIR/OCDE y similares) ya mencionada. El análisis de “encadenamientos causales” de las variables de salida del modelo conecta componentes a través de leyes o hipótesis acerca de las conexiones de y entre otras variables (cada una con sus respectivos niveles de desagregación) hasta completar una secuencia que – a juicio de los investigadores y de sus instancias de validación y control – reproduce razonablemente su funcionamiento causal de manera operativa.

Al construir un instrumento que (i) represente de manera adecuada una imagen operable de la dinámica del subsistema urbano analizado, (ii) permita diseñar y evaluar *ex -ante* conjuntos consistentes de políticas y de estrategias alternativas de desarrollo urbano directamente orientadas a mejorar los niveles de Sustentabilidad y de Calidad de Vida Urbana y (iii) estimule la comunicación con y entre actores localizados fuera del sector académico propiamente dicho, el proyecto

- resuelve algunas de las limitaciones ¹⁰y dificultades para identificar y ensayar políticas públicas a partir de los sistemas de indicadores,
- potencia la capacidad de generar diagnósticos integrados, priorizar objetivos, orientar la formulación de políticas y desarrollar y ensayar estrategias de intervención e
- incorpora a nuevos actores a los procesos decisorios con una fuerte base técnica.

¹⁰ Los sistemas de indicadores “de estado” presentan limitaciones intrínsecas para *orientar* apoyar la formulación de políticas, entre las que debe mencionarse su carácter prevalentemente sectorial y su escasa interconexión con otros sectores. Además, no son aptos para *orientar* políticas específicas, pues su diseño y funciones específicas son monitorear sistemáticamente el cambio (prevalentemente ambiental) urbano, generar alertas tempranas sobre problemas ambientales, estipular metas, encarar revisiones de desempeño y apoyar las campañas de información y comunicación al público. Una vez que un sistema de indicadores permite identificar y mensurar *brechas*, las políticas que eventualmente se diseñen para reducir impactos desfavorables, prevenir exposiciones y reducir vulnerabilidades no derivan linealmente de aquéllas y sólo pueden ser evaluadas *ex post* y por inferencias.

6. TIPO DE DISEÑO DE INVESTIGACIÓN Y MÉTODOS

Desarrollar un modelo conceptual que represente adecuadamente las fuerzas que configuran la dinámica territorial, ambiental, económica y social del sistema urbano, sobre la base de la interrelación entre los patrones vigentes de Uso del Suelo, de consumo de Energía y de Movilidad (Subsistema USEM).

En base a la revisión e integración bibliográfica sobre sistemas y modelos urbanos y de los desarrollos y avances producidos en las Unidades de Investigación del IDEHAB involucradas en el proyecto, se elaborará una representación conceptual estructural de la interrelación entre los patrones vigentes de Uso del Suelo, de consumo de Energía y de Movilidad. Como paso inicial, se asume un modelo simplificado que reconoce la vinculación entre (a) la demanda y (b) la oferta de espacio, mediadas por (c) sistemas decisorios de asignación de espacios urbanos de tipologías y calidades diversas a actividades encaradas por diversos actores públicos y privados.

Mediante aproximaciones sucesivas, se construirá una representación simplificada del subsistema USEM considerado, así como las relaciones y conexiones dentro y entre sus componentes. Los principales componentes de la relación entre oferta y demanda de espacio a considerar corresponden a las dimensiones poblacional y social, físico-espacial, ambiental, económica e institucional.

En esta fase se especificarán los criterios, recortes y bordes de las interrelaciones dinámicas a representar, inicialmente incluidas en las dimensiones de Soporte Natural, Soporte Artificial y Soporte Social de la Calidad Ambiental y de la Calidad de Vida Urbana según fueron abordadas en los proyectos y estudios, bases de datos, sistemas de información y modelos de sustentabilidad y Calidad de Vida Urbana desarrollados y disponibles en el IDEHAB (que se describen en la Sección 4. y en la Bibliografía).

Sobre la base del carácter *escalable* del modelo, en esta fase se definirán también los alcances con que se desarrollará cada componente del subsistema USEM en cada fase principal a lo largo del término del proyecto, en función de la calidad, accesibilidad y capacidad de especificación y desagregación de la información de base de que se dispone.

Identificar nodos críticos en los procesos de producción de la insustentabilidad urbana, a través de la reconstrucción inversa de las cadenas causales de los desequilibrios y asimetrías de dicha dinámica, tal como éstas son descritas y mensuradas en los sistemas de indicadores de Desarrollo Sustentable.

En esta fase se analizarán, seleccionarán y definirán los indicadores de Desarrollo Sustentable y de Calidad de Vida urbana que funcionarán como variables de salida del modelo.

Luego se identificarán – mediante un trabajo de elaboración conceptual de *reconstrucción inversa* – las cadenas de procesos causales y las conexiones significativas, desagregando las dimensiones y procesos que configuran la oferta y demanda de Suelo, Energía y Movilidad.

Las características de cada dimensión y proceso se ajustarán a las situaciones características específicas de la Micro Región en la que se desarrolla el caso de estudio.

Se identificarán los indicadores y variables que *constituyen*, expresan y miden dichos procesos en cada uno de sus pasos, precisando su denominación, su forma de cálculo o expresión e identificando sus fuentes. Se confeccionará un diagnóstico de la existencia, accesibilidad, calidad, fuentes y niveles de desagregación (territorial, social, etc.) de la información cuali-cuantitativa necesaria y disponible. Se determinarán las ausencias de información, así como los niveles de incertidumbre asociados a dichas carencias. En función de ellas, se determinarán las necesidades de cálculo a través de sub-modelos periféricos y se diseñarán los modos de integración entre el modelo y las bases de datos y sistemas de información sectoriales.

Formular, diseñar y formalizar un modelo operacional que (i) relacione e interconecte a todos los componentes significativos del subsistema USEM en el espacio territorial definido ; (ii) represente los componentes y cadenas de procesos que los condicionan y determinan; (iii) identifique los nodos críticos de dichas cadenas y procesos; (iv) permita ensayar - mediante experimentación numérica -

conjuntos de políticas públicas y estrategias alternativas de intervención, orientadas a prevenir y/o corregir los desajustes / asimetrías / brechas de sustentabilidad en el mediano y largo plazo y/o a mitigar sus efectos e impactos.

Características del modelo de simulación y experimentación numérica a desarrollar

El modelo matemático de experimentación numérica (NUMEX) a desarrollar tiene las siguientes características.

El modelo está orientado a la descripción matemática de procesos y relaciones causales ligadas a la Calidad de Vida Urbana y al Desarrollo Sustentable. Dicha descripción apunta a representar fenómenos representados por el *comportamiento de redes y actores* individuales que, al operar en dimensiones temáticas particulares a través de sus instrumentos y capacidades propias, establecen entre sí distintos tipos de interacciones espaciales en diversas escalas.

Su carácter es sistémico: establece conexiones conceptuales y formales entre diversas dimensiones relevantes, e indica el efecto del cambio en una parte del sistema sobre el resto del mismo. De este modo, es posible analizar la viabilidad de políticas estrictamente sectoriales verificándola en sus propios términos; al mismo tiempo, en función de las conexiones conceptuales establecidas por hipótesis, una corrida de cada sub-modelo sectorial viable indicará cuáles son los efectos (previstos y no previstos, deseables y no) sobre los demás sectores del sistema modelado.

Es un modelo dinámico que procura reproducir una historia y mostrar el comportamiento (*trayectoria* de las variables de interés) del subsistema modelado a lo largo del tiempo. Los atributos del sistema están representados por series temporales que indican su valor en cada intervalo de tiempo.

El modelo es *escalable*. En su formulación inicial, incluye la descripción de un número manejable de relaciones entre variables, hasta que se profundiza el aprendizaje sobre su uso. Posteriormente, puede aumentarse (i) la cantidad de dimensiones y variables consideradas (aumento del nivel y diversidad de las conexiones explicativas y causales necesarias) y (ii) la cantidad de desagregaciones (subíndices o variables de cruce) considerados. En el mismo sentido, la formulación inicial sólo considera la dimensión “real” (física) de cada variable y componente. En una segunda instancia se incorporará la dimensión “monetaria” (en la que a su vez, sólo se trabajará con aquellas variables que permitan calcular las cuentas de las empresas, gobiernos y familias, en todos aquellos aspectos en que las decisiones de los actores (por ejemplo, accesibilidad a servicios urbanos por red) expresan sus respuestas frente a estímulos monetarios (como precios, subsidios o sistemas tarifarios diferenciales, que son instrumentos de política). Esto significa que el diseño y la ejecución del modelo avanzarán y se perfeccionarán mediante aproximaciones sucesivas¹¹

Sus objetivos son (i) representar las interconexiones y simular el funcionamiento del sistema analizado y (ii) explorar – a través de la experimentación numérica de conjuntos de *coeficientes de política* (ver más adelante) los efectos combinados de diversas estrategias alternativas de intervención y políticas públicas en la construcción de escenarios futuros en el mediano y largo plazo. Por tanto, en la medida en que está *orientado al planeamiento*, su propósito no es *sintetizar* resultados a través de índices compuestos escalares sino – bien por el contrario - *analizar*, desplegar, desagregar, descomponer las condiciones y el *proceso de producción* de esas variables de salida o resultados finales del modelo, para poder identificar - en función de la naturaleza del problema o de los nodos críticos - los puntos de ataque y los tipos de instrumentos de política aplicables.

Es un modelo “liviano” (O. Varsavsky, 1971), en el sentido de que (i) en lo posible, se evita la introducción explícita de hipótesis teóricas – como las incorporadas en ecuaciones de comportamiento, funciones de producción, de correlación y relaciones funcionales en general y que (ii) la mayoría de las variaciones de sus parámetros son exógenas. A medida que el uso del modelo y las experimentaciones de política permiten adquirir conocimientos teóricos sobre ciertos parámetros, el

¹¹ Bajo esta lógica es que Oscar Varsavsky formuló sus primeros modelos para la experimentación numérica de estrategias y “estilos de desarrollo”, a comienzos de los años '70. Esta misma lógica – hoy presente en muchos modelos usuales – brinda y apoya técnica y metodológicamente la posibilidad de inventar, definir, formalizar, proponer, elegir y evaluar combinatorias de decisiones que construyen trayectorias alternativas de desarrollo.

cálculo se hace endógeno, con lo que el modelo se va “cargando” de a poco, a través de aproximaciones sucesivas.

El modelo de simulación es de tipo *contable* (O. Varsavsky, 1971; Heaps, 2002). En este tipo de modelos, las ecuaciones sirven prioritariamente para definir el significado exacto de coeficientes y parámetros. Al igual que algunos de los modelos usuales en planeamiento energético (LEAP, MESAP), asume que las variables de estado corresponden a descripciones *físicas* que están definidas por relaciones implícitas de Insumo /Producto. También, no sólo se simulan *decisiones* (ver más adelante, *coeficientes de política*) sino que – esencialmente – se analizan y evalúan los resultados e impactos - en términos de implicancias y costos en recursos, ambientales, sociales y económicos - de las decisiones en escenarios contruidos ad-hoc. Este tipo de abordaje es especialmente útil en aplicaciones orientadas – como es el caso - a reformular capacidades gestionarias y construir arreglos institucionales.

Los resultados de las experimentaciones no se analizan a través de ecuaciones de optimización bajo restricciones dadas ni a través de índices escalares sintéticos. Por el contrario, los conjuntos interrelacionados de políticas sectoriales y de hipótesis acerca de parámetros y variables no controlables, se exploran y revisan críticamente a través del cálculo de *indicadores de viabilidad* de diversos tipos:

- Desequilibrios y brechas, insuficiencia de recursos, incompatibilidad entre políticas de oferta y demanda, desequilibrios en las cuentas de los actores (familias, empresas, gobierno) tasas de desempleo, capacidad productiva ociosa, escasez de oferta energética, etc.,
- Elasticidades y propensiones implícitas en (y efecto de los desequilibrios entre) las diferentes hipótesis propuestas de manera independiente para diversas variables y coeficientes. (Las elasticidades no razonables obligan a reformular las hipótesis).
- Insatisfacciones y brechas entre expectativas y logros para procesos y/o actores determinados (velocidades diferenciadas, déficits de vivienda, desequilibrios ambientales, congestiones de tránsito, insustentabilidad económica, desigualdades de consumos, ingresos y accesibilidades, etc.)
- Viabilidad institucional – explorada a través de un sub-modelo específico que ayudará a evaluar (o a simular la evaluación de) las políticas urbanas propuestas en entornos multi-actorales. Un mapa de alianzas y conflictos entre actores a propósito de conjuntos de propuestas y/o políticas, alimenta un sub-modelo periférico que simula y calcula los intereses, posicionamientos, apoyos/rechazos y acuerdos/desacuerdos de los actores, todos ellos ponderados por su poder y capacidad de alianzas en espacios de negociación, para caracterizar la viabilidad de diversas propuestas alternativas.

Es un modelo *multi-agente*, en el sentido de que los distintos pasos de los procesos analizados están operados y bajo el control de actores diversos. Una vez que el modelo está formulado y se han completado pruebas de *usabilidad* específicas¹², su diseño y su operación a “*caja blanca*” (por oposición a “*caja negra*”) permite y apoya el debate y la revisión de las políticas e intervenciones propuestas, mediante la formulación, experimentación y evaluación interactiva de experimentos en entornos multi-actorales y multi-institucionales. Por tanto, no sólo opera como un modelo *deductivo* sino – esencialmente - como un modelo abierto de *producción* (diseño) y *construcción* (viabilización) de políticas públicas.

Formalización matemática del modelo NUMEX, mediante la formulación del sistema de ecuaciones.

Las ecuaciones representan – como se dijo – cadenas causales de procesos físicos ligados a la producción de determinadas variables del estado de la sustentabilidad y/o de la calidad de vida urbana. Esas cadenas se componen por vinculaciones entre variables.

El modelo propone la *forma general*

$$[\text{VAR}_t = [\text{CT}_{\text{VAR}} * \text{CP}_{\text{CT}}]$$

¹² Su *especificidad* depende de la particular configuración de la red institucional de organismos y otros actores involucrados que participen de las experimentaciones que se ensayen.

para indicar que el estado que una variable cualquiera del modelo asume en un momento dado $[VAR_t]$ es el resultado del producto de un “coeficiente técnico” de esa variable $[CT_{VAR}]$ y un “coeficiente de política” $[CP_{CT}]$ que afecta a éste último.

Los “coeficientes técnicos” $[CT_{VAR}]$ caracterizan a cada elemento, con las desagregaciones que resulten pertinentes. Por ejemplo, una determinada matriz energética o una política de transporte o de ordenamiento territorial se expresa por un *perfil técnico* estructural (“real”) específico para cada período y/o para cada localización, que especifica su *composición estructural*: fuentes energéticas; modalidades de interconexión; origen y perfiles de las diversas modalidades de la demanda intermedia y el consumo final; distribución de usos del suelo y localización de actividades urbanas diversas; composición de (y relación entre) los vectores territoriales y vehiculares (fijos y móviles) de la movilidad urbana y regional de personas, bienes y servicios, etc.

Mientras las variables $[VAR_t]$ indican a cada uno de estos componentes en un momento dado, sus coeficientes técnicos respectivos $[CT_{VAR}]$ expresan el perfil estructural de cada elemento, al que se desagrega – con la extensión que corresponda - a la manera de un *árbol* (como en el modelo LEAP) o como un *vector* de una relación Insumo/Producto.

Cada coeficiente técnico $[CT_{VAR}]$ puede estar afectado por uno o varios coeficiente/s de política $[CP_{CT}]$ ¹³

Los coeficientes técnicos $[CP_{CT}]$ representan las condiciones de contorno y que rodean y viabilizan las condiciones en que el $[CT_{VAR}]$ ocurre y se manifiesta. De hecho, cada $[CT_{VAR}]$ está efectivamente definido, determinado o posibilitado por un conjunto de *condiciones específicas de contexto* (una combinación de $[CP_{CT}]$ específicos) que configura su modo de ocurrencia en un momento dado.

Los $[CP_{CT}]$ se expresan a través de los instrumentos de política pertinentes al “coeficiente técnico” y disponibles en el nivel jurisdiccional del decisor. Para cada $[CT_{VAR}]$, esos $[CP_{CT}]$ pueden admitir expresiones i) tecnológicas (intensidad de capital, tipos de combustibles, capacidad de carga, etc.); (ii) económicas (precios, sistemas tarifarios, impuestos, retenciones, estímulos, desgravaciones, aranceles); (iii) sociales (requerimientos y accesibilidades diferenciales según grupos sociales o localización territorial de sus actividades, etc.); (iv) normativas (delimitaciones, permisos y prohibiciones, regulaciones, etc.), (v) físicas (infraestructura disponible, régimen de accesibilidades, etc.). Estas variables “políticas” son siempre exógenas, de control su origen puede ser formal o informal, público o privado. (Ver más adelante una explicación más desagregada de instrumentos de política)

Cada componente de la cadena identificada expresa y responde a una particular situación tecnológica, económica, espacial (locacional) organizacional, normativa, social y de estilos de consumo. La descomposición en $[CT_{VAR} * CP_{CT}]$ en las ecuaciones **tiende a hacerlo evidente**, en el nivel de la discusión multiactoral y en la formulación de políticas.

En la reconstrucción de las cadenas causales, se trata de ir abriendo progresivamente muchos $[CT_{VAR} * CP_{CT}]$ (tantos como sea posible en función de la representación diseñada y de la información disponible). Análisis de sensibilidad posteriores pueden simplificarlos (por supuesto, siempre pueden abrirse más a medida que (i) se descubra cuáles son, (ii) se obtengan o produzcan los datos e (iii) se analice cuál es la mejor manera de introducirlos en el sistema de ecuaciones). El diseño avanza por aproximaciones sucesivas¹⁴.

¹³ Una “política” es un instrumento de decisión complejo, que contiene una intencionalidad y una visión y comprende objetivos, estrategias y políticas distributivas de costos y resultados. Un “instrumento de política” es un modo concreto de afectar el comportamiento de una variable o de su contexto, introducido deliberadamente por un actor (público, privado, comunitario, de la sociedad civil, nacional o internacional, etc.) con capacidad de decisión. Un “coeficiente de política” es (en el contexto de este proyecto) una variable numérica (porcentaje, tasa, elasticidad, cuota, velocidad, proporción, peso, etc.) cuya magnitud y variación son calculadas exógenamente y es introducida en el modelo para afectar las *condiciones* en que ocurre un Coeficiente Técnico de una variable dada.

¹⁴ En este sentido, debe considerarse que muchas ecuaciones de comportamiento o funciones suponen relaciones lineales a la suba o a la baja que no siempre se verifican. Esto explica por qué es recomendable que el modelo sea “liviano”

Definición de las desagregaciones necesarias para construir los coeficientes técnicos

Dado el gran número de componentes elementales del subsistema analizado, la desagregación no se llevará “al máximo”, sino al nivel que se considere “óptimo” según las características del problema que se aborda. Se utilizará, por tanto, *una desagregación diferente para cada tipo de parámetro* (según la máxima cantidad de categorías que tenga sentido identificar en un estadio determinado de la construcción del modelo). En cada experimentación se podrá *reagregarlos funcionalmente* según convenga.

Las siguientes son ejemplos preliminares de algunas de las desagregaciones cuya pertinencia se analizará en el momento de definir la formalización del modelo:

A = Tamaño de la aglomeración

L = Localización = Central, suburbana, periurbana, etc.

ML= Micro-localización (polígonos determinados)

G = Grupos de población: Rural/ Periurbano/Urbano; estratos de Ingreso; dotación de capital, etc.)

E = Calificación del empleo (no calif; calif no prof., calif prof, otras)

S = Sectores productivos: Agropecuario, Industrias de consumo, Industrias de Capital, Educación, Servicios públicos, Servicios privados, Residencial.

T = “tecnología” (combinación de recursos, de factores de producción, intensidad de capital, etc.)

K = Propiedad del capital (Estatad, Privado Nacional, Privado Extranjero, Social, Cooperativa)

U = Usos finales (de cada fuente energética)

D = dispositivos de consumo energético (cocina, estufa, lámpara, etc)

MT= Modo de transporte

C = combustibles

Como ya se dijo, el modelo no está llamado a construir las matrices resultantes del cruce de *todas* las desagregaciones empleadas (ni, mucho menos, a producir los datos correspondientes a todas y cada una de sus celdas). Se procede a generar *reagregaciones funcionales* de los subíndices, de modo de operar sólo con el máximo número de “celdas” necesarias para ilustrar las diferenciaciones necesarias y útiles a cada experimentación propiamente dicha.

Secuencia de construcción del modelo

Las definiciones precedentes llevan a diseñar un mapa preliminar (recorridos o itinerarios) de las cadenas o trayectorias causales (que pueden ser un árbol o una relación implícita Insumo/Producto) que culminan en una determinada variable de salida. Esto lleva a definir en primer término el conjunto de variables de salida en cada uno de los tres componentes del sub-sistema USEM y – en la medida de lo posible – reconstruir la cadena causal¹⁵. Las más importantes *políticas* a desarrollar en pos de la sustentabilidad del desarrollo se vinculan con el cambio de los patrones de producción y de consumo, especialmente en los países más industrializados (Agenda 21, OCDE). Estas políticas son necesariamente de largo plazo, que deben ser *compuestas* a través de la combinación de diversos instrumentos, específicamente dirigidos a actores particulares en horizontes temporales variables.

Queda así definida una *secuencia de construcción* del modelo (distinta a la *secuencia de operación* de las corridas del mismo)

**Definición de las Variables de Salida del modelo ← Identificación de la cadena causal
← descomposición de los elementos de la cadena en [CT*CP] ← identificación de
coeficientes de política CP_{CT} que afectan los CT_{VAR} técnicos ← identificación de los
instrumentos de política a los que corresponden ← identificación y explicitación de las
políticas a las que responden los instrumentos.**

¹⁵ La “cadena de procesos” del modelo NUMEX equivale a la composición dinámica de los indicadores de *Presión* en el modelo FPEIR. Sus “variables de salida” equivalen a los indicadores de *Estado* y de *Impacto* de este último modelo.

Lógica típica de la construcción del sistema de ecuaciones.

Como ya fue indicado, el sistema de ecuaciones del modelo NUMEX se compone a partir de las variables e indicadores de salida de Sustentabilidad y de Calidad de Vida, seleccionados de entre los provistos en la bibliografía nacional e internacional y los que componen proyectos desarrollados en el IDEHAB (ver Sección 4. y Bibliografía). En lo que sigue se expresa la *lógica* típica de las ecuaciones.

Se asume que un determinado indicador o variable de salida es una función f . Todos los elementos que componen esa función se relacionan a través de una taxonomía jerárquica – una estructura de árbol - que clasifica y relaciona el conjunto de sus componentes, según las desagregaciones necesarias para el modelo.

Como ejemplo, se asume que el nivel de emisiones de GEI y otros gases contaminantes por el transporte terrestre es una función f de las de condiciones en que operan las redes viales y el sistema de transporte que vincula a las diversas actividades ejercidas por diversos grupos de población y actores sociales. En base a la verificación de la composición de este supuesto (a través de ecuaciones contables) se proponen estrategia de mitigación y/o de prevención que operan sobre las condiciones de contexto en que determinadas relaciones ocurren.

En lugar de expresarlo como una función matemática “cerrada”, se desagrega su estructura de modo de poder identificar los “coeficientes técnicos” que puedan ser modificados a través de los coeficientes de política que configuran sus condiciones de contorno (lo que configura la forma básica $[CT_{VAR} * CP_{CT}]$ ya mencionada.

Considérese, por ejemplo, un árbol como el siguiente:

Emisiones contaminantes

 Emisiones GEI

 Emisiones GEI por Transporte terrestre

 Emisiones GEI por transporte terrestre de pasajeros

 Emisiones GEI por transporte público terrestre de pasajeros,

 etc. → →

Este razonamiento da lugar a la formulación matemática de las ecuaciones y luego a la desagregación de cada variable en $[CT_{VAR} * CP_{CT}]$

Por ejemplo, sea:

(1) Niveles de emisión de GEI y contaminantes por el transporte terrestre: Contaminantes emitidos por Transporte público de pasajeros (TPP) + Contaminantes emitidos por Transporte privado de pasajeros + Contaminantes emitidos por Transporte de cargas

Donde:

(2) Emisión de contaminantes por TPP = tamaño de flota * tipo/tamaño de vehículo* origen del capital * jurisdicción * antigüedad * coeficiente de mantenimiento * cumplimiento efectivo de las reglamentaciones técnicas * tipo de combustible utilizado * norma técnicas que cumple * consumo de combustible * capacidad de transporte * coeficiente de ocupación * horarios * longitud del recorrido * frecuencia * distancias recorridas * coeficientes típicos de emisión

Siendo que

(3) Tamaño de flota T = tamaño de flota T_{-1} * coeficiente de desgaste * coeficiente de reparación * coeficiente de reposición + nuevas unidades incorporadas a la flota

y

(4) Nuevas unidades = Δ demanda poblacional * coeficiente de capacidad de cobertura de demanda adicional + condiciones económicas de compra de nuevas unidades.

Detectar y seleccionar instrumentos de política y estrategias de intervención aplicables sobre componentes identificados del subsistema USEM - como insumos del modelo de experimentación.

A los efectos de la operación del modelo, se identificarán los conjuntos de *instrumentos de política* que caracterizan las condiciones contextuales de los perfiles y coeficientes técnicos específicos que integran las cadenas de procesos causales reconstruidos y se revisarán antecedentes de otros instrumentos diseñados y aplicados en la bibliografía nacional e internacional

Los principales *instrumentos de política* relevados en ésta última incluyen:

- Instrumentos regulatorios dirigidos a consumidores (disponibilidad y accesibilidad a información sobre ciclos de productos, estímulo a la selección de bienes y productos ambientalmente inocuos o “amigables”, uso racional de la energía, consumo de segundas marcas, etc.) y a productores (patrones eco-eficientes de tecnología productiva y políticas de producto, normas sobre contenidos de reciclaje, de durabilidad, de eficiencia energética, prohibiciones sobre tratamiento de residuos y efluentes, regulaciones de las emisiones de las plantas y vehículos de carga y transporte, regulación de la competencia, políticas de evaluación ambiental estratégica de planes privados de inversión y desarrollo inmobiliario, energético, etc.)
- Instrumentos económicos (políticas de precios y sistemas tarifarios, impuestos y subsidios diferenciales (por producto, por región, por grupo social), orientación del gasto, políticas de estímulos diferenciales a la inversión pública y privada) que configuren los mercados, estimulen tecnologías y productos, desplacen y relocalicen las cargas tributarias
- Instrumentos sociales y de información, que estimulen la opción y preferencia de productores y consumidores por alternativas ambientales, económicas y sociales sustentables: incluye campañas de información, educación ambiental, instrumentos de comunicación participativa, impulso a instrumentos de participación ciudadana en la elaboración de las políticas públicas, identificación y difusión de “buenas prácticas”, información ambiental en los productos comprados, usados y consumidos, apoyo a las organizaciones de consumidores en sus acciones de protección del ambiente y de la equidad social en los estilos productivos.
- Políticas gubernamentales de sustentabilidad ambiental en sus políticas de compra y provisión (productos reciclables, ahorradores de energía) establecimiento de metas de reducción de consumo energético (electricidad, gas) y de agua, políticas de tratamiento y disposición de residuos, políticas de coordinación inter- institucional que reduzcan la duplicación y/o el conflicto de tareas y actividades de los gobiernos.

Estos instrumentos serán seleccionados y combinados para identificar los posibles componentes de las estrategias a desarrollar.

Diseñar e implementar las vinculaciones del modelo (i) con bases de datos y sistemas de indicadores desarrollados en el IDEHAB (ii) con Sistemas de Información Geográfica, (iii) con resultados de la aplicación de otros modelos matemáticos sectoriales exógenos (de Transporte, de Energía, de Uso del Suelo) en otros proyectos en el IDEHAB y (iv) con modelos ad-hoc de simulación y experimentación de viabilidad institucional

Se determinarán las interfases del modelo NUMEX con soportes y con sub- modelos periféricos y exógenos que se requieren para su funcionamiento.

Para eso, se analizarán las posibilidades de *integración, estandarización y normalización* de las variables numéricas del modelo con las fuentes censales seleccionadas, las bases de datos y los sistemas de indicadores ya desarrollados en la bibliografía pertinente y en las Unidades de investigación del IDEHAB involucradas en el proyecto (Atlas Ambiental de partido de La Plata, Modelo de Calidad de Vida Urbana (CVU) y otros – ver Sección 4), con el soporte georreferenciado de los datos originales y reales en los que se basan, a los efectos de compatibilizar dichas conexiones en un soporte (relacional y/o en entorno SIG) único a través de las interfases necesarias y disponibles.

Conducir experimentos numéricos de políticas y estrategias alternativas de intervención, visualizar los valores de indicadores de Sustentabilidad y Calidad de Vida Urbana que resultan de los escenarios ensayados, evaluar y documentar los resultados y los procedimientos.

Una vez definido el sistema de ecuaciones del modelo, se procede a su programación computacional.

La secuencia de cálculo del modelo comienza con la representación y operación matemática de la demanda final e intermedia de espacio urbano, y específicamente con las variaciones (históricas, esperadas y/o hipotetizadas) de la población, el empleo y la localización de residencias y actividades económicas y sus conexiones.

El conjunto de datos iniciales del modelo se completa con la representación y operación matemática de la oferta de espacio urbano, bajo el conjunto de condiciones vigentes en los patrones de Uso del Suelo, Consumo de Energía y Movilidad que estructuran el Subsistema USEM y que simulan la *producción y construcción* de la dimensión *funcional* urbana (representadas por las matrices insumo/producto y los perfiles técnicos de las redes de infraestructura, energía, equipamientos y servicios, sistemas viarios, sistemas de transporte, capacidades de soporte, etc.).

Los *resultados intermedios* calculan las brechas, inelasticidades, asimetrías, bifurcaciones (en el sentido definido más arriba) entre la demanda y la oferta de suelo en las condiciones y según las cadenas de procesos causales vigentes en el subsistema y en el territorio analizado.

Los ensayos de políticas y estrategias alternativas se construyen sobre la base de la modificación intencionada de los coeficientes de política [CP_{CT}] vigentes. La construcción de conjuntos delimitados de coeficientes de política simulan las estrategias alternativas a ensayar.

Los *resultados finales* de las corridas del modelo expresan los efectos de las estrategias ensayadas sobre los Indicadores de resultado de Sustentabilidad y de Calidad de Vida Urbana que fueron seleccionados en las fases precedentes del desarrollo.

Esos resultados son evaluados en su viabilidad técnica, económica y político institucional.

Establecer instancias sistemáticas de articulación entre investigadores urbanos y actores sociales en ámbitos públicos, privados, comunitarios y de la sociedad civil, involucrados en los procesos que conforman la dinámica y la calidad de la vida urbana, con el propósito de construir procesos compartidos y simétricos de aprendizaje técnico, institucional y comunicacional.

La preocupación de los modelistas por establecer una eficiente capacidad de **comunicación** con los usuarios ha sido una constante desde los primeros desarrollos implementados. Los modelos de simulación – y especialmente los de experimentación numérica – tienen como orientación última la de favorecer y apoyar los procesos de toma de decisiones (políticas) y, por tanto, a desarrollar instrumentos que cuenten con (i) la suficiente *complejidad* conceptual para representar con la mayor fidelidad posible el sistema en estudio; (ii) la suficiente *representatividad* como para dar cuenta de las implicancias recíprocas de los cambios entre todos los componentes del sistema analizado y (iii) la suficiente *simplicidad* como para facilitar su comprensión, accesibilidad y manipulación por usuarios externos.

Precisamente, el carácter (teórico) “*liviano*” del modelo y su modalidad de definición “*contable*” son un aspecto crucial que fortalece su capacidad de comunicación.

El proyecto prevé – como condición de su propia factibilidad y análisis de viabilidad - establecer modalidades de articulación con actores sociales involucrados tanto en la producción de información como en diversos procesos de toma de decisiones en entornos urbanos.

Estas articulaciones tendrán lugar una vez que el modelo haya sido formulado y se hayan completado instancias básicas de verificación y validación técnica. (ver cronograma)

Estas articulaciones y controles - aunque con intensidad más baja - serán insumos clave también en etapas tempranas del proyecto.

BIBLIOGRAFÍA.

1. Estudios previos del equipo de investigadores del proyecto.

- Aón, Olivera, Ravella (2002), Comportamiento ambiental de la movilidad urbana en los grandes aglomerados urbanos de la Argentina, IDEHAB, mimeo
- Aón, Frediani, Elizalde, Ravella (2002) Planificación y cambios en los sistemas de transporte público colectivo de pasajeros: la relación Estado-Empresas-Sociedad para los casos del Gran La Plata y de Neuquén, XII Congreso Panamericano de Ingeniería de Tránsito y Transporte, Quito
- Aón, Frediani, Goenaga, Moro, Elizalde (2003), La participación social en la planificación y gestión en Argentina. El caso de la Planificación Estratégica de la Ciudad de La Plata, Congreso de Planificación Regional, Santa Fe
- Aón, L. Configuración de patrones de apropiación del espacio individual y conductas de movilidad. FAU, UNLP.
- Frediani, J. (2004), Gestión y marco normativo del Transporte Público Automotor de Pasajeros en el Partido de La Plata, FAU, UNLP, mimeo.
- Frediani, J. Modelos urbanos: la ciudad compacta y la ciudad difusa. FAU, UNLP Beca de formación superior,
- Giacobbe, Aón, Frediani, Elizalde, Goenaga, Ravella, Moro, Wright, (2004), Movilidad y Sistemas de transporte en la reestructuración urbana del Siglo XXI, UI6B, IDEHAB, FAU, UNLP, mimeo
- Karol, Ravella, Domnanovich, Aón, Frediani, Giacobbe (2005), Crítica de modelos de gestión de la movilidad urbana. (A propósito del análisis del caso de la micro-región del Gran La Plata, Argentina). XXV Congreso ALAS, Porto Alegre.
- J.Karol, O. Ravella, R.Domnanovich, L.Aón, J. Frediani y N. Giacobbe (2005)Crítica de modelos de gestión de la movilidad urbana (a propósito del análisis del caso de la micro-región del Gran La Plata). XXV Congreso de la Asociación Latinoamericana de Sociología, Porto Alegre, agosto
- J.Karol, O. Ravella, L. Ainstein et al., (2007)Construcción de la dimensión institucional de la sustentabilidad urbana. El caso del uso del suelo, la energía y la movilidad (USEM) en Grandes Aglomerados de Argentina. Internacional Congress on Development, Environment and Natural Resources, Universidad de San Simón. Cochabamba, Bolivia, Julio
- P. Pírez, E. Rosenfeld, J.Karol y G.San Juan (2003)El sistema urbano-regional de redes de servicios e infraestructuras. Materiales para su estudio. IDEHAB- FAU. UNLP. Edulp- Editorial Universitaria de la Plata, ISBN N° 950-34-0268-9, La Plata, (268 págs.)
- O. Ravella, Giacobbe, Aón, Frediani, Moro (2004). Movilidad y transporte en los planes urbanos del Siglo XXI. Estudios de caso: La Plata y Rosario. V Coloquio AUGM sobre Transformaciones Territoriales. UNLP
- O. Ravella, N. Giacobbe. (2002) Modelos experimentales e vinculación entre usos del suelo y consumo energético en vivienda y transporte.
- O. Ravella, et al. Modelo de Evaluación de las variables del Sistema de Auto-transporte Público de Pasajeros, VIII Congreso Latinoamericano de Transporte Urbano, Curitiba, Brasil.
- O. Ravella, N.Giacobbe, (2003), Sustentabilidad, Movilidad y Transporte. El caso del Gran La Plata” Ed. “Avances de Energías Renovables y Medio Ambiente”. Vol. N°1. ISSN 0329-5184
- O. Ravella, N. Giacobbe et al, (2000), La modelización integrada, transporte -uso del suelo, como herramienta de la planificación urbana, Programa de Incentivos UNLP
- E. Rosenfeld, O. Ravella, C. Discoli, G. San Juan et al.,(1998) Sistema de evaluación de la eficiencia energético - productiva del territorio III Encontro Nacional e I Encontro Latino-Americano de Conforto No Ambiente Construído, ANTAC, Gramado, Brasil
- E. Rosenfeld, P. Pírez, C. Discoli, J. Karol, G. San Juan, J. Czajkowski, Y. Rosenfeld, I. Martini, S. Hoses, H. Olivera.(2000)Calidad de vida urbana y su relación con las redes de servicios e infraestructura, en la gestión eficiente del territorio. Anais de ENTAC 2000 - VIII Sao Salvador Do Bahia (Brasil), Abril, publicación en CD.
- E. Rosenfeld, P. Pírez, C. Discoli, J. Karol, G. San Juan, J. Czajkowski, Y. Rosenfeld, H. Olivera, I. Martini, S. Hoses (1999). Las redes urbano-regionales y su relación con la eficiencia y calidad ambiental. En Anais do ENCAC'99, Fortaleza (Brasil), noviembre
- E. Rosenfeld, P. Pírez, C. Discoli, J. Karol, H. Dubrovski, J. Czajkowski, G. San Juan, C. Ferreyro, Y. Rosenfeld, A. Gómez(1999)Consumo de energía-URE en el sector residencial del Área Metropolitana de Buenos Aires, en los '90. En: Conferencia Científica Internacional Medio Ambiente Siglo XXI, Santa Clara, Cuba, junio
- E. Rosenfeld, P. Pírez, C. Discoli, J. Karol, G. San Juan, J. Czajkowski, H. Olivera y C.M. Gentile. (1998) “El sistema de redes de servicios e infraestructura urbano-regional y su relación con la eficiencia y calidad ambiental.” Revista Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 2, N° 2, 1998, pp. 06.57-60. ISSN 0329 5184.
- E. Rosenfeld, P. Pírez, C. Discoli, J. Karol, G. San Juan, J. Czajkowski, Y. Rosenfeld, H. Olivera.(1999) “Eficiencia y calidad ambiental en las redes urbano-regional. Una metodología de diagnóstico.” Conferencia Científica Internacional Medio Ambiente Siglo XXI, Santa Clara, Cuba, junio 1999, 7 pp.
- E. Rosenfeld, P. Pírez, C. Discoli, J. Karol, H. Dubrovski, J. Czajkowski, G. San Juan, C. Ferreyro, Y. Rosenfeld, A. Gómez, F. Romero, C. Gentile. (1999) “Energía y desarrollo urbano en el sector residencial del

Área Metropolitana de Buenos Aires en los años 90". En: 7mo Encuentro de Geógrafos de América Latina, San Juan, Puerto Rico, 1999.

E. Rosenfeld, P. Pirez, C. Discoli, J. Karol, H. Dubrovski, J. Czajkowski, G. San Juan, C. Ferreyro, Y. Rosenfeld. (1998) Evolución energía-URE en los '90. El caso residencial del Área Metropolitana de Buenos Aires En: ASADES'98, XXI Reunión de Trabajo, Salta, 1998.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Allen, A. (1994) Re-assessing Urban Development: Towards the Definition of Indicators of Sustainable Development at the Urban Level. Development Planning Unit, University College, London.
- 2.- Allen, A. (1997) Local-International partnerships for the improvement of metropolitan environmental management: Latin American experiences. The Challenge of Environmental Management in Metropolitan Areas Conference, London, June.
- 3.- Arentze, T.A.; Timmermans, H.J.P. (2003). A multi-agent model of negotiation processes between multiple actors in urban developments: a framework for and results of numerical experiments. Planning and Design,
- 4.- Bacon, P.J.; Cain, J.D.; Kozakiewicz, M.; Brzezinski, M.; Liro, A. (2002). Promoting more sustainable rural land use and development: a case study in eastern Europe using Bayesian network models. Journal of Environmental Assessment Policy and Management 4 (2), 199–240.
- 5.- Boulanger, P; Brechet, Th.(2005). Models for policy-making in sustainable development: The state of the art and perspectives for research. Ecological Economics, Vol 55, N° 3, pp 337-350
- 6.- Bousquet, F., Barreteau, O., Le Page, C., Mullon, C., Weber, 1999. An environmental modelling approach: the use of multiagents simulations. In: Blasco, F., Weill, A. (Eds.), Advances Environmental and Ecological Modelling. Elsevier, Paris.
- 7.- Chikofsky, E.J.; J. Cross II (1990). Reverse Engineering and Design Recovery: A Taxonomy in IEEE Software.
- 8.- Deal, B. (2004) Sustainability and Urban Systems Dynamics: A Spatial Modeling Approach. SEI.
- 9.- Echenique, M (comp.) (1975) Modelos matemáticos de la Estructura espacial urbana: aplicaciones en América Latina, SIAP, Buenos Aires.
- 10.- Forrester, J.W (1969), Urban dynamics, MIT Press, Cambridge, Mass
- 11.- Gallopin, G. (2004) La sostenibilidad ambiental del desarrollo en Argentina: tres futuros. CEPAL, Santiago
- 12.- Global Scenario Group – Stockholm Environment Institute (2002). The Great Transition
- 13.- Heaps, C., (2002) Integrated Energy-Environment Modeling and LEAP , SEI- Boston and Tellus Institute
- 14.- IEEE Computer Society: 13–17, January
- 15.- Jensen, F. (1997). An Introduction to Bayesian Networks. UCL Press, London.
- 16.- Kemp-Benedict, E., Heaps, C. & Raskin, P. (2002). Global Scenario Group Futures. Technical notes. Stockholm Environment Institute / Global Scenario Group.
- 17.- Kozulj, R. (1988) Los modelos de experimentación numérica: Una alternativa para definir utopías sociales y económicas. Comentarios de un usuario. Proyecto UNU-AEDH, Fundación Bariloche
- 18.- Lavecchia, E.; Martino, H.; Seimandi, M.; Tauber, F. (2009). Políticas integrales de seguridad vial urbana para municipios de la Región Pampeana-Módulo 1.
- 19.- McGraw Hill, Boston. Fiddaman, T.S. (2002). Exploring policy options with a behavioural climate–economy model. System Dynamics Review 18 (2), 243– 269.

- 20.- Otter, H.S.; van der Veen, A.; de Vriend, H.J. (2001). ABLOoM: location behaviour, spatial patterns, and agentbased modelling. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* 4 (4).
- 21.- Putnam, S.H. (1992). *Integrated Urban Models 2: New Research and Applications of Optimization and Dynamics*. Pion Press, London.
- 22.- Raskin, Tanuri, Gallopin, Gutman et al., (2002), *Great Transition. The promise and lures of the times ahead*. Stockholm Environment Institute / Global Scenario Group.
- 23.- Sterman, J.D. (2000). *Business Dynamics. Systems Thinking and Modelling for a Complex World*. Irwin,
- 24.- Tauber, F. (1997). Prefacio: *Curso de alta gerencia pública, provincial y municipal*.
- 25.- Tauber, F. (1998) *Ideas para una agenda de política municipal*.
- 26.- Tauber, F. (1999). *Comentarios sobre el paradigma Neuquén 2020*. Evento: Coloquio Internacional Periferia y Desarrollo Sustentable "Neuquén 2020: una experiencia para el debate" (Neuquén, 17 al 18 de noviembre de 1999).
- 27.- Tauber, F. (1999). *Tiempo de Acción, Bases para una política de desarrollo sustentable en la Prov. de Buenos Aires*, cap. 1: *Municipio y Calidad de Vida*, parte I y II.
- 28.- Tauber, F. (2006). *Los desafíos en la gestión de la universidad pública. La visión de la Universidad Nacional de La Plata*.
- 29.- Tauber, F. (2008). *La comunicación en la planificación y gestión para el desarrollo de las instituciones universitarias públicas argentinas: el caso de la Universidad Nacional de La Plata en el trienio junio 2004-mayo 2007*.
- 30.- Tauber, F. (2009). *Comunicación en la planificación y gestión de las universidades públicas argentinas*.
- 31.- Tauber, F. (2009). *Plan de ordenamiento urbano y territorial: proyectos viales y de saneamiento y estrategias de desarrollo local para el partido de Suipacha*
- 32.- Tauber, F. (2011). *Universidad pública y medioambiente: responsabilidades y desafíos para los próximos años*.
- 33.- Tauber, F.; Delucchi, D.; Martino, H. (2002). *Plan Estratégico Lincoln: Rearticulación territorial urbano-rural para el desarrollo local*.
- 34.- Tauber, F.; Grégori, M.; Salvioli, M.; Larrivey, G. (2003). *Diagnóstico urbano ambiental expeditivo de la ciudad de Trelew*.
- 35.- Tauber, F.; Hanlon, M.; Zoppi, R. (1984) *Intervención urbana en La Plata*. Revista: *Revista de la SCA*; no. 128. Evento: *I Bienal de Arquitectura y Planeamiento* (CABA, 20 de septiembre de 1983).
- 36.- Tauber, F.; Lavecchia, E.; Martino, Horacio; Seimandi, M. (2009). *Módulo 3: Políticas integrales de seguridad vial urbana para municipios de la Región Pampeana . Recomendaciones para la implementación de políticas integrales de seguridad vial urbana*.
- 37.- Tauber, F.; Ponti, U. (1997). *Escuela de funcionarios para hacer política de fin de siglo*.
- 38.- Tauber, F.; Ravella, O. (2006). *Proyecto: Pautas de consumo de suelo y energía analizadas desde los sistemas de movilidad en el marco del Protocolo de Kyoto*.
- 39.- Tauber, F.; Ravella, O. (2010). *Modelos de transporte orientados a la mitigación de emisiones contaminantes en ciudades medias grandes de la provincia de Buenos Aires*.
- 40.- Tauber, F.; Sánchez, B. (2001). *Tierra Urbana y Vivienda*

- 41.- Tauber, F; Sánchez Arrabal, M. (1999). El medio ambiente en relación con el desarrollo, la economía, el derecho y la política. Subtema: Sociedad y medio ambiente. Evento: II Jornadas Académicas del Centro Universitario Regional Junín (UBA-UNLP) (Junín, 1999).
- 42.- Tauber,F.; Zivano, G.; Fulco, C.; Merino,J.; Arrieta, G. (1999). Comarca Andina del Paralelo 42. Proceso participativo para la formulación y gestión institucional y social de un proyecto de desarrollo sustentable.
- 43.- Varsavsky, O. (1971). Proyectos nacionales. Planteo y estudios de viabilidad. Ed. Periferia, Buenos Aires.
- 44.- Varsavsky, O. (1974). Estilos tecnológicos. Propuesta para la selección de tecnologías bajo racionalidad socialista. Ed. Periferia, Buenos Aires
- 45.- Varsavsky, O., Calcagno, A.E.(Eds.) (1971). América Latina: modelos matemáticos. Ensayos de aplicación de modelos de experimentación numérica a la política económica y a las ciencias sociales. Ed. Universitaria, Santiago, Chile.
- 46.- Waddell, P. (2002). UrbanSim: modelling urban development for land use, transportation and environmental planning. Journal of the American Planning Association 68 (3), 297– 314.
- 47.- Warden, R (1992). Software reuse and reverse engineering in practice. London, England, Chapman & Hall, 283-305.