Discontinuidades Urbanas.

Autores: *Rojas, Teresita Alejandra; Verón, Juan Antonio; Palacios, Ricardo Florentino; Chayle, Irene Carolina.*

Dirección: javeron@tecno.unca.edu.ar
Nacional de Catamarca. Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas.
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Departamento de Formación Básica
(F. T. y C. A). Maximio Victoria 8. CP 4700 Catamarca Argentina.
Tel/fax (03833) 453112

Introducción:

Evolución discontinua de Formas Históricas Urbanas

Quizás mas que cualquier otro instinto humano, la ciudad refleja la tensión entre la continuidad y la discontinuidad en nuestra existencia social.

Esto es, simultáneamente, la continuidad que contienen las estructuras profundas del pasado simbolizan la longevidad de muchas edificaciones urbanas, carreteras y otras infraestructura, siendo el escenario para la mayoría de las catástrofes revolucionarios o cataclismos de la historia del hombre, de allí que la Teoría Matemática de Thom (1972) sistematiza ese tipo de comportamientos

El espacio y la variedad de posibles discontinuidades en sistemas urbanas pueden ser vistos en el tratamiento de J. C. Amson (1975) relacionado con: ilustraciones específicas de las singularidades estructurales típicas del aglomeramiento en una sociedad dispersa primitiva.

A continuación se detallan los resultados de algunos trabajos explicando la evolución de discontinuidades urbanas: por ejemplo el crecimiento de una ciudad grande, dentro de una generación. Masón (1974) inicia el uso formal de técnicas discontinuas de análisis de economías urbanas con teorías de catástrofes, analizando la densidad urbana como función de la renta y la opulencia (índice de atracción de una ciudad) dentro de un contexto de catástrofe cúspide.

Casti Swain (1975) modelaron el orden de lugares centrales y precios de propiedades urbanas como el tipo de catástrofe cúspide de Zeeman (1974) y como las catástrofes mariposas- Wilson (1976) como la elección de modo de transporte como catástrofe de pliegue, y Poston y Wilson (1977) para detalle del tamaño del centro.

Isard (1977) modeló la población relacionada a tendencias aglomerativas y desaglomerativas como una catástrofe cúspide, lo cual fue prefigurada en modelos más rigurosos por Casetti (1980); Dendrino (1980) Papagiorgio (1980), Papagiorgio y Smith (1983) explican crecimientos urbanos súbitos; Wagstaff (1978) trató de explicar patrones de asentamientos griegos entre la segunda y decimoséptima centuria, debido a los cambios de calidad de la tierra y la "amenaza externa" usando un modelo de catástrofe cúspide. Dendrinos (78) modelizó actividades manufactureras intra urbanas y residenciales como una catástrofe umbilical hiperbólica en 5 dimensiones y, en 1979, modelizó la formación de barriadas pobres en ciudades con catástrofes parabólicas de 6 dimensiones (hongo)- Para (1979-1981ª, 1981b, 1981c) las catástrofes umbilicales, hiperbólicas, y elípticas de 5 dimensiones para modelar cambios en patrones de comercios regionales. Nijkamp y Reggiani (1988) han mostrado que un modelo de control optimo generalizado de interacción de dinámica espacial no lineal, pueden generar una interpretación teórica de catástrofe.

La aproximación determinística de la teoría de catástrofe enfatiza la automatización de los sistemas a través de las transiciones de fases de no equilibrio, que surgen de fluctuaciones estocásticas próximas a punto de bifurcación crítica. Esta aproximación fue desarrollada por Nicolas y Priwogine (1977) y Haken (1977) fue el primero en aplicarlo en sistemas urbanos y regionales.

Los modelos de simulación tienden ha exhibir autoorganizaciones dinámicas con algunas ciudades en crecimiento y otras en decrecimiento, todas estas pasando por modelos económicos en ascenso y descenso. Variaciones intra urbanas de esta aproximación han sido usadas para el modelo de desarrollo de ciudades especificas en Francia.

Otra aproximación de una naturaleza deterministica ha sido aquella de la ecología matemática, focalizando en la aplicación de sistemas de ecuaciones de Lotka - Volterra de los ciclos predados y depredados para modelos de ciclos urbanos y regionales.

Aquellos modelos inspirados en el concepto del orden a través de las fluctuaciones servirán para establecer una formula matemática de los aspectos colectivos interrelacionados del comportamiento. Desde el punto de vista físico esto involucra una distinción entre los estados de un sistema en el cual todo las iniciativas individuales están condenados a la insignificancia por un lado y por otro las regiones de bifurcación en los cuales una idea o un nuevo comportamiento pueda cambiar el estado global. Así, esto conduce a concluir que las mismas no linealidades pueden producir el caos de procesos elementales y bajo diferentes circunstancias podrán ser responsabilizadas de la destrucción de ese mismo orden, produciendo eventualmente un nuevo legado mas allá de otra bifurcación.

Inestabilidad y Concentración Poblacional:

Un punto de vista general

Definición: la emergencia de la disgregación de aglomeramiento a partir de una distribución poblacional uniforme inicial, es debido a una inestabilidad en el balance de fuerzas aglomerativas y dispersivas.

Se usan como unidades o agentes, casas de familias mas que individualidades, puesto que los mecanismos sexuales y reproductivos proporcionan una fuente fundamental de aglomeraciones en este nivel mas bajo.

Pero para una agricultura primitiva o una organización de caza, sin comercio, la casa de familia es autosuficiente, posiblemente un grupo familiar extendido o un clan será dominado por una dinámica dispersiva en este comportamiento relativo a otra casa de familia. Se buscará maximizar la cantidad de tierra disponible para sus actividades de agricultura o caza, en un plano homogéneo de distribución pareja para aquellas casas de familias con costos de congestión (fuerza dispersiva o deglomerativa) predominante.

Los orígenes de la concentración urbana, mas allá de la unidad casa de familia no fueron probablemente de origen económico. Munford (1961) sugiere que los primeros puntos fijos de concentración fueron en cementerios de tribus o clanes, los cuales se volvían los lugares de ceremonias religiosas y artísticas.

Las concentraciones económicas resurgen del descubrimiento de las ventajas de algunas labores colectivas en agricultura mayoritariamente, en las construcciones y mantenimiento de irrigación y drenaje. Tales actividades, se vuelven las bases para pequeñas villas agrícolas. Pero el costo de congestión permanece alto, específicamente debido a los problemas de salud pública asociados con los desecho producidos.

La disminución en el costo de congestión es debido al uso de los sistemas hidráulicos, irrigación, drenaje y contención, que surgieron reduciendo y removiendo los residuos ocasionados por la actividad humana.

De este modo, una ciudad es el producto de una sucesión de villas agrícolas. Además esta barrera crucial fue pasada por los cambios tecnológicos que ocurren mas rápidamente, los cuales tienden a incrementar las fuerzas aglomerativas y la expansión de las ciudades

Un Modelo de Inestabilidad Local:

Por lo tanto, se retorna a una distribución inicial de casa de familias en el plano homogéneo y se considera un modelo general de los efectos descriptos antes.

Inicialmente se seguirá el modelo de Papagiogio y Smith (1983) en el cual, el cambio de deglomeración (o costo de congestión) pensando en los efectos de aglomeración (economías positivas, economías locales, economías externas) ocurre en un punto de bifurcación donde el sistema dinámico se vuelve inestable (singularidad estructural).

Ellas se consideran un plano cuadrado homogéneo con m celdas y n actores idénticos. n_l= a la población en la celda l y la externalidad en l es generada por aquellas celdas j vinculadas a l y estará dada por

$$El_j = \phi_{lj} n_{i,}$$

Donde ϕ_{lj} es una función respuesta distancia cuyo signo indica si una relación de celda a celda es aglomerativa (positiva) o deglomerativa (negativa). Dada la homogeneidad del plano el volumen signado del campo de interacción espacial,

$$Z = \sum \phi_{lj}$$

será constante para todas las celdas j. Sin embargo la externalidad total para alguna j depende de la distribución de población y esta dada por

$$E_j = \sum \phi_{lj}$$

Los agentes se suponen que migran estocasticamente, obedeciendo una condición de maximización sobre los valores esperados de utilidad, donde la utilidad de un agente en l esta dada por

$$U_l = f\,[q_l, E_l\,(n)]$$

Con la $\partial f/\partial q_l > 0$ y $\partial f/\partial E > 0$ y q_l es la tierra per capita en l. Asumiendo que no hay costos de transportación, colocando u y n respectivamente representando los vectores de distribución sobre las celdas de utilidad y población, la probabilidad de moverse a una celda j esta dada por

$$P_j = h_i[u,n] \text{ con } \sum p_j = l \text{ y } p_j \geq 0$$

Donde dn_l/dt será el cambio de población neta esperada (suponiendo ser debido puramente la migración) en l en el tiempo t, un estado estable estará dado por

$dn_l/dt = 0$ para todo l y con un equilibrio espacial por $u_l = u$ para todo l. Lo último ocurre cuando

$$Dn_l/dt = n_l\,[N/(\Sigma n_k u_k)](u_l - \square)$$

Se sigue de esta, que una distribución uniforme de población (u,n) será un equilibrio estable.

La estabilidad de este equilibrio puede ser examinada considerando perturbaciones dadas por n = 0, tal que

$$\begin{bmatrix} Dn'_1/dt \\ . \\ . \\ . \\ . \\ dn'_M/dt \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} c_0 c_1 c_2 \ldots c_1 \\ c_1 c_0 c_1 \ldots c_2 \\ c_2 c_1 c_0 \ldots c_3 \\ . \quad\quad . \\ . \quad\quad . \\ c_1 c_2 c_3 \ldots c_0 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} n'1 \\ . \\ . \\ . \\ . \\ n'_M \end{bmatrix}$$

Y

$$\Sigma n'_l = 0$$

Los elementos de la matriz C esta dado por

$$C_0 = \alpha + \beta\phi_0 - (\alpha + \beta Z)/M,$$

$$C_K = \beta\phi_{M-K} - (\alpha + \beta Z)/M,$$

Para todo l y K ≥ 1, donde

$$\alpha = (n/u)(\partial f/\partial q_l)(dq/dn_l)|_{n,}$$
$$\beta = (n/u)\,(\partial f/\partial E_l)|_{\,n,}$$

el equilibrio será estable si las partes reales de todos los autovalores de C, $\lambda_j < 0$, esto surge del teorema Lyapunov. Papagiorgiou y Smith muestran que si $M \rightarrow \infty$ y $\phi_K > 0$ para solo un numero finito de celdas, la externalidad espacial se extiende solo sobre un área limitada y entonces $\lambda_0 = 0$ y $\lambda_j = \alpha + \beta Z$ $\forall$ l y para $j \geq 1$.

Asi la condición para la estabilidad de la distribución uniforme de población es que $\lambda_j = \alpha + \beta Z < 0$. esto es equivalente a

$$(\partial f/\partial q_l)(dq_l/dn_l)\big|_n + (\partial f/\partial E_l)(dE_l/dn_l)\big|_n = du/dn_l\big|_n < 0$$

la cual admite una interpretación intuitiva útil.

El primer término es el efecto marginal de la congestión incrementada de mayor población en utilidad y es siempre negativo porque la $\partial f/\partial q_l > 0$ y $dq_l/dn_l < 0$. De este modo, es el costo de congestión. El segundo término es el efecto marginal en utilidad de la externalidad espacial cuyo signo depende del signo de Z porque la $\partial f/\partial E_l > 0$. Así si la externalidad espacial es negativa (Z <0) la distribución uniforme será estable. Sin embargo para que la distribución se vuelva inestable la externalidad espacial debe volverse lo suficientemente positiva para superar el efecto de la congestión negativa. Mas allá del punto de bifurcación en el cual convergen, comenzará a ocurrir donde los dos efectos estén verdaderamente balanceados. Papagiorgiou y Smith ven el incremento del efecto de aglomeración positiva vinculado con el aumento de la población y el perfeccionamiento de la tecnología.

Una Interpretación de la Teoría de Catastrofe:

Aunque Papagiorgiou y Smith no generaron de manera directa una interpretación de la teoría de catástrofe de este modelo. La variable estado puede ser la máxima velocidad de crecimiento poblacional en cualquier celda. Las variables de control puede ser Z, la variable de aglomeración y el costo marginal (utilidad marginal negativa de congestión). La combinación de estas dos variables para los cuales, los máximos autovalores de C iguales a cero determinan un conjunto de bifurcación en el cual las discontinuidades en la velocidad de máximo crecimiento poblacional por celda puede ocurrir.

Se puede argumentar que este modelo proporciona una fundamentación mas sólida para la clase de modelo desarrollado por Walter Isard (1977). Esta surge de una superficie catástrofe cúspide para un solo centro con población, con la variable de estado y los parámetros representando el factor de externalidad aglomerativa y el nivel de tecnología respectivamente como las variables de control. La superficie representa un máximo de bienestar social y las variables de control son mantenidas para operar a través de su impacto en la productividad marginal de trabajo, aunque la superficie no esta derivada mas explícitamente de un modelo teórico subyacente. En la formulación de Isard la variable catástrofe cúspide viene de la ecuación económica de Thom (1972) ecuación:

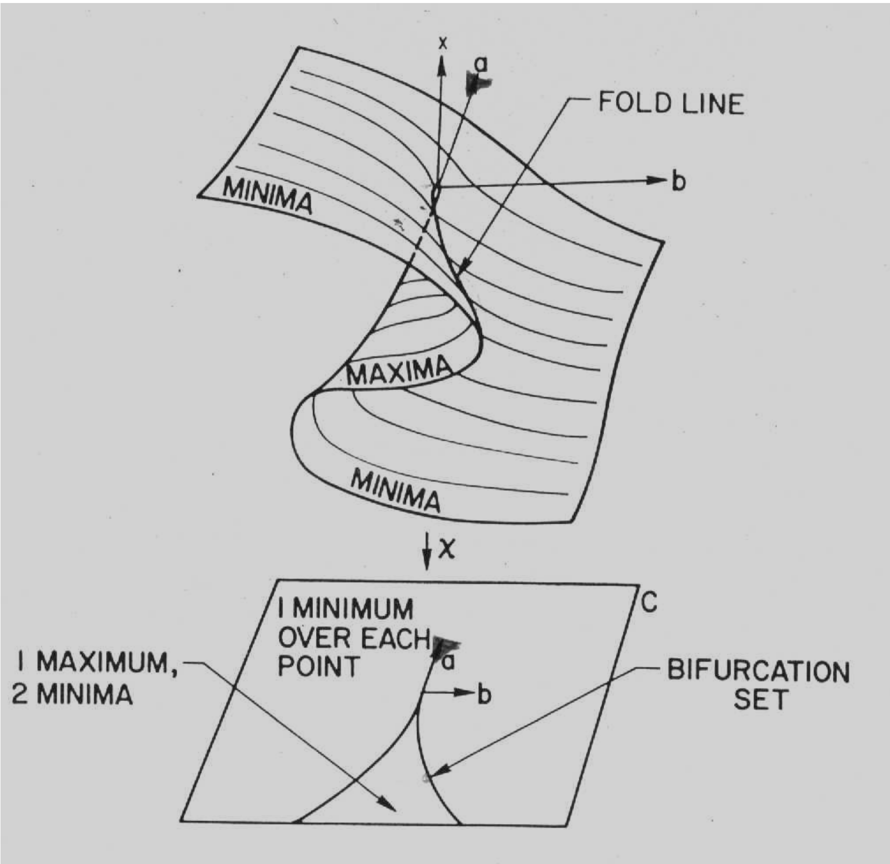
$$W = -1/4x^4 + 1/2\alpha x^2 + \beta x + C$$

Donde W es el bienestar social, x la población, α es el parámetro aglomerativo, β es el parámetro tecnológico y C es una constante. Colocando dW/dx = 0 para la maximización de la utilidad, produce la variedad

$$-x^3 + \alpha x + \beta = 0$$

Isard interpreta el primer término como representando la escala de los des-economias deglomerativas las cuales conflictuan con el segundo término aglomerativo. Quitando el tercer término el cual daría algo diferente del derivado de Papagiorgiou y Smith mas rigurosamente de una forma disgregativa.

El rango de β incrementa un α (Z para Papagiorgiou y Smith) el cual eventualmente conducirá a un salto de discontinuidad en la población. Esta variedad catástrofe cúspide de Isard se muestra en la figura.



Se puede notar que una mayor diferencia entre estas aproximaciones es que Papagiorgiou y Smith enfatizan migración entre áreas, mientras que Isard enfatiza producción en un solo lugar.

Bibliografía:

- Thom, René, 1972, "Structural Stability and Morphogenesis", Benjamín , New York
- Amson, J. C. ,1975, "Catastrophe Theory: A contribution to the Study of Urban Systems?" Enviroment and Planning B2, 177-221.
- Masón (1974)
- Casti J. and Swain H., 1975, "Catastrophe Theory and urban Processes" RM-75-14,IIASA, Laxemburg, Austria.
- Zeeman, E.,1974, "On The Unstable Behavior of the Stock Exchanges", Journal of Mathematical Economics 1, 39-44.
- Wilson, A., 1976, "Catastrophe Theory and urban Modelling: An Application to Modal Choice", Enviroment and Planning A 8, 351-356.
- Poston, T. and Wilson, A. G., 1977, "Facility Size vs. Distance Travelled: Urban Services and the Fold Catastrophe", Enviroment and Planning A 9, 681-686.
- Isard, P., 1977, "How Far Can We Push the Law of One Price?", American Economic Review 67, 942-948.
- Casetti, E., 1980, "Equilibrium Population Partitions between Urban and Agricultural Occupations" Geographical Analysis 12, 47-54.
- Dendrino, D., 1980, "Dynamics of City Size and Structural Stability. The Case of a Single City", Geographical Analysis 12, 236-244.
- Papagiorgio, G. J.,1980, "On Sudden Growth", Enviroment and Planning A 12, 1035-1050.
- Papagiorgio, G. J. and Smith T. R., 1983, "Agglomeration as Local Instability of Spatally Uniform Steady", Econometrica 51, 1109-1119.
- Wagstaff, J. M., 1978, "A Possible Interpretation of Settlement Pattem Evolution in Terms of catastrophe Theory", Transactions, Institute of British Georgraphers. New Series 3, 165-178.
- Nijkamp, P. and Reggiani A., 1988, "Dynamic Spatial Interaction Models", New Directions", Enviroment and Planning A 20, 1449-1460.