

DENISE PUMAIN PRIX INTERNACIONAL VAUTRIN-LUD¹ 2010 SUS APORTACIONES A LA DINÁMICA DEL SISTEMA DE CIUDADES

Vicente Bielza de Ory

En el XXI Festival Internacional de Geografía (7-10 de octubre) celebrado en Saint Dié des Vosges (Francia), se concedió el Prix international Vautrin-Lud 2010 a la profesora de la Universidad de la Sorbona y geógrafa de reputación internacional, Denise Pumain. El premio fué entregado en la ceremonia de inauguración el jueves 7 de octubre por las autoridades francesas, tras la *laudatio* pronunciada por el presidente del jurado, V. Bielza, que destacó las grandes aportaciones llevadas a cabo por D. Pumain en la dinámica del sistema de ciudades, como pionera de la utilización de la teoría de la auto-organización y de los modelos dinámicos no lineales, tras pasados desde las ciencias físicas a las ciencias sociales y como creadora con Ky Nguyen de *Cybergeo*, *Revue européenne de Géographie*, la primera revista electrónica en ciencias sociales. También encomió el presidente del jurado las aplicaciones de Pumain de las nuevas tecnologías a la geografía y a la ordenación del territorio y la dirección desde 2006 de un Grupo Europeo de Investigación, el S4 (Simulation Spatiale pour les Sciences Sociales) del que forman parte una cuarentena de laboratorios y doscientos investigadores.

Laudatio de Denise Pumain

Grande géographe de réputation internationale, Denise Pumain est professeur à l'Université Paris I et membre de l'Institut Universitaire de France. Ancienne élève de l'Ecole Normale Supérieure, agrégée de géographie, elle est chercheuse, enseignante mais surtout femme d'action et de réalisation qui s'est engagée très tôt dans un champ d'expérience complexe, celui des systèmes urbains. Champ d'étude d'autant plus délicat que l'analyse quantitative développée aux Etats-Unis à partir des années 1950, l'était encore très peu en France au début de ses travaux.

¹ Considerado el premio Nobel de geografía.

D. Pumain a commencé ses recherches par une “étude comparative de la croissance urbaine en France (1831-1975)”. Avec Philippe Pinchemel, son directeur de thèse et Prix Vautrin Lud 2004, elle cherche à aller au-delà de l’observation de la croissance des villes telle qu’elle était faite à l’époque. Ce qui l’amène à la conclusion importante: c’est le processus de répartition de la croissance qui produit la structure hiérarchique du système (« loi de l’effet proportionnel » modèle de Gibrat).

Les modifications incrémentales changent toutes parallèlement dans le système et D. Pumain en tire la conclusion que ce sont ces transformations incrémentales qui maintiennent la structure du système. A travers des schémas des cycles urbains, elle montre comment la ville peut changer de position relative dans le système avec le risque d’une spécialisation à un degré important

L’objet de la construction théorique était de dépasser les apories de la théorie des lieux centraux par une conception dynamique. La formalisation systémique des objets urbains consiste à distinguer, dans le milieu urbain, différentes entités: système de villes, la ville et les acteurs. Ce sont les variables d’état, entretenues par les interactions. Les processus qui entretiennent le système sont aussi ceux qui, à un moment donné vont le faire évoluer.

D. Pumain est alors amenée à définir l’expansion distribuée ou «loi de l’effet proportionnel» (Gibrat) comme des fluctuations aléatoires autour d’un taux de croissance moyen identique pour toutes les villes et la sélection hiérarchique comme le renforcement des inégalités hiérarchiques dans l’ensemble du système. Cette sélection se fait à la fois par la diffusion hiérarchique des innovations et par le court-circuitage des petites villes associé à la contraction de l’espace-temps.

Très vite, Pumain a eu le souci de constituer des outils indispensables à la communauté scientifique et ses recherches ainsi que leurs résultats font maintenant partie du patrimoine disciplinaire. Denise Pumain a construit un cursus d’enseignement des méthodes quantitatives en géographie, et mené des recherches comparatives et modélisatrices en géographie urbaine.

Elle a ainsi beaucoup contribué à la diffusion de la géographie théorique et quantitative et à l’intégration de cette approche dans les concepts et les méthodes de la géographie générale et régionale.

Co-fondatrice de l’équipe P.A.R.I.S. (devenue UMR Géographie-cités), elle a constamment défendu le principe d’une recherche en équipe, instrumentée et valorisée au meilleur niveau international.

Auteur de près de 400 publications, elle est connue pour avoir construit une théorie évolutive des villes, qui montre le rôle très important des réseaux d’échange dans l’émergence et le maintien des systèmes urbains.

Dans cette entreprise, Denise Pumain a été pionnière de l'utilisation de la théorie de l'auto-organisation et des modèles dynamiques non linéaires transposés depuis les sciences physiques vers les sciences sociales, elle a travaillé avec les équipes de Ilia Prigogine (structures dissipatives), de Herman Haken (synergétique) et des Instituts des systèmes complexes, aux Etats-Unis (Santa Fe Institute), en Ile-de-France et en Europe.

Les recherches démontrent que le paradigme d'auto-organisation est compatible avec une démarche de sciences sociales (irréversibilité, unicité des trajectoires, modalités du changement) puisque ce paradigme s'intéresse à des systèmes ouverts, instables, et hors d'équilibre. Les modèles développés peuvent prendre en compte des trajectoires stables et de soudaines bifurcations, des fluctuations internes et des perturbations extérieures.

Le principe fondamental des discontinuités qualitatives est que si le système a tendance à se pérenniser, le changement ne sera pas un processus continu : le modèle procède par saut. Cette modélisation doit tenir compte des deux caractéristiques fondamentales des discontinuités qualitatives: un principe d'irréversibilité et un principe d'imprévisibilité

Denise Pumain a créé avec Ky Nguyen dès 1996 Cybergeog, Revue européenne de Géographie, première revue électronique en sciences sociales. Elle dirige depuis 2006 un Groupe de Recherche européen, dit S4 (Simulation Spatiale pour les Sciences Sociales) fort d'une quarantaine de laboratoires et de deux cents chercheurs, au sein duquel les équipes partagent leurs savoirs dans un esprit d'émulation plutôt que de concurrence.

Elle a été le premier délégué scientifique pour la coordination des sciences humaines et sociales à l'AERES, l'Agence pour l'Evaluation de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur.

Enfin, elle conserve toujours dans son action un souci de réalisation et d'insertion dans les grandes questions de la société: participation à la Géographie Universelle, à l'Union Géographique Internationale, Recteur de l'Académie de Grenoble, Expert dans de grands programmes internationaux, Membre de l'Academia Europaea, docteur honoris causa de l'Université de Lausanne, membre correspondant de l'Académie des Sciences autrichienne, Denise Pumain, ancien membre et président du jury du prix Vautrin Lud est Chevalier de la Légion d'honneur et Officier de l'Ordre National du Mérite.

Aportaciones de D Pumain a la dinámica del sistema de ciudades

La aportación más significativa de Pumain a la dinámica del sistema de ciudades es una teoría evolutiva de las ciudades, que muestra el papel muy importante de las redes de cambio en la emergencia y el mantenimiento de los sistemas urbanos. Para ello, basada en el paradigma sistémico ha utilizado la teoría de la auto-organización y de los modelos dinámicos no lineales de las ciencias físicas².

1. El concepto de sistema dinámico para estudiar el cambio de los objetos geográficos

D. Pumain comenzó su investigación con el “Estudio comparativo del crecimiento urbano en Francia (1831-1975), yendo más allá de las explicaciones dadas por las monografías locales y concluyendo, de acuerdo con el modelo de Gibrat, que *el proceso de repartición del crecimiento es el que produce la estructura jerárquica del sistema*.

D. Pumain define los parámetros que determinan las dimensiones espaciales de las ciudades a partir de *la ley rango-tamaño*, un principio de ordenación a escala macroscópica que se encuentra en todos los sistemas de ciudades, desde la antigüedad hasta hoy en día y en todo el mundo³. La idea que ella sostiene es que debe haber medios para estudiar esta regularidad a partir de un proceso de cambio y hace un estudio comparativo de la transformación socio-económica de las ciudades.

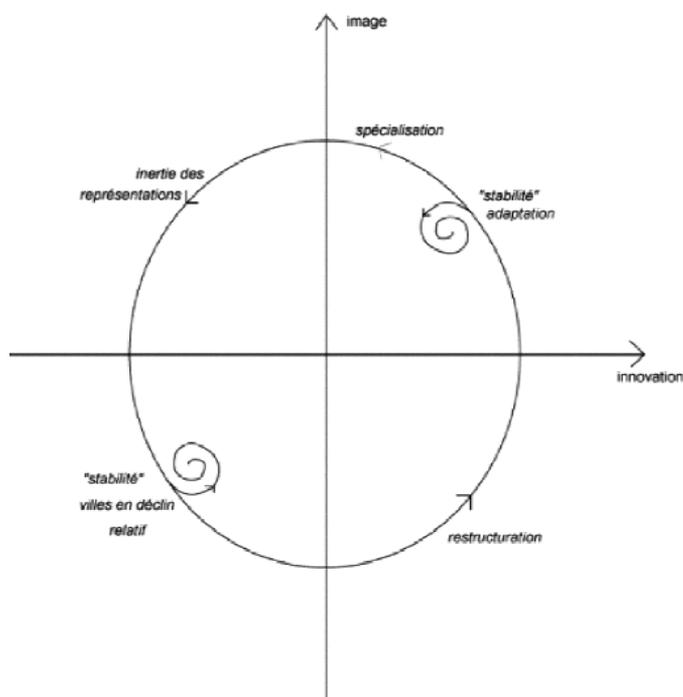
La conclusión del estudio es que los sistemas socioeconómicos se han desarrollado en todas partes de la misma manera; el nivel de cualificación se ha producido de forma similar. Se constata en efecto el muy rápido cambio social y económico en las ciudades y la gran estabilidad de las posiciones relativas de las ciudades entre sí. El universo social de las ciudades cambia pero sin modificar sus posiciones relativas.

² En estas notas se ha seguido con adaptaciones, ampliaciones y reducciones el *Informe elaborado por Ségolène Debarre (ENS-LSH). Denise Pumain –“Une géographie contemporaine : modèles et systèmes en analyse spatiale”– 2002.*

³ La primera hipótesis, de decrecimiento «continuo», observada ya en 1913 por Auerbach, fue sistematizada por Georges K. Zipf en 1949. La ley de Zipf considera que existe una relación matemática entre la población P_r de rango r de un sistema y la población mayor P_1 tal que: $P_r = P_1/r^q$, siendo q una constante. Beckmann, en 1958, formuló la jerarquía de ciudades de modo que el producto del tamaño medio de las ciudades de cada nivel de la jerarquía por el número de orden de dicho nivel es constante. Esta relación es similar a la contenida en la Ley de Pareto sobre distribuciones de rentas. V. Bielza y otros (2010): *De la ordenación a la planificación territorial en el ámbito regional-comarcal*. 618 p. + CD. Pressas Universitarias de Zaragoza. Zaragoza (pp. 114-115).

Las modificaciones incrementales cambian todas paralelamente en el sistema y D. Pumain concluye que estos cambios incrementales son los que mantienen la estructura del sistema. Así, por ejemplo, las ciudades francesas, apoyadas en el legado del siglo XVIII, difieren a mitad del siglo XX en función de su apertura a las grandes empresas y a la modernidad tecnológica (como las del área Ródano-Alpes) de aquellas otras que apenas participaron en la revolución tecnológica (las ciudades del Oeste y el Sur-Oeste).

Lo que interesa a D. Pumain es un cambio espacial -de tamaño, de atracción ...- en la configuración relativa de las ciudades de unas en relación a otras y no el contenido de los cambios económicos y sociales. A través de los modelos de los ciclos urbanos, muestra cómo la ciudad puede cambiar su posición relativa en el sistema con el riesgo de una especialización en un grado significativo. Las ciudades no son "desechables" ni sustituibles, especialmente en Europa, y al círculo vicioso del declive relativo sucede, en general, una fase de reestructuración no sólo debida a los cambios económicos, sino también a las innovaciones sociales (el desarrollo del turismo, por ejemplo).



Les cycles urbains
(d'après D. Pumain)

2. El paradigma sistémico, los sistemas abiertos y las discontinuidades cualitativas

D. Pumain parte para sus análisis del paradigma sistémico, modelo que apareció por primera vez en la biología en los años 1950-1960 y que permite trasladar por analogía, dentro de la teoría general de sistemas⁴, un modelo o teoría de las relaciones entre los atributos de los elementos de un sistema a otro sistema, análogo en cuanto a las interacciones entre atributos, aunque de elementos de distinta naturaleza. El sistemismo sustituye la causalidad unidimensional, lineal, por una causalidad basada en los efectos de las interrelaciones entre los componentes del sistema, para comprender su emergencia y su evolución⁵.

La identificación de las estructuras colectivas entre las partículas elementales en las ciencias duras ofrece oportunidades de aplicaciones en las ciencias sociales. Para ello, D. Pumain ha trabajado en el cuadro de múltiples colaboraciones con físicos y biólogos que tienen métodos diferentes a los de la física clásica, que estudia la estabilidad y que están interesados en los *sistemas abiertos, inestables*, con frecuentes aportes de energía. Estas colaboraciones se han establecido con el objeto de reflexionar sobre la capacidad para aplicar estos modelos al campo de las ciencias económicas y sociales como la geografía⁶.

La investigación muestra que *el paradigma de auto-organización* es compatible con un enfoque de las ciencias sociales (irreversibilidad, unicidad de las trayectorias, modalidades de cambio), ya que este paradigma se centra en los sistemas abiertos, inestables y fuera de equilibrio. Los modelos desarrollados pueden tener en cuenta al mismo tiempo: trayectorias estables y bifurcaciones repentinas, fluctuaciones internas y perturbaciones externas (por ejemplo, la gran plaga del siglo XIV en el proceso de formación de las ciudades).

El principio fundamental *de las discontinuidades cualitativas* que toma Pumain del laboratorio de Prigogine, es que si el sistema tiene tendencia a perennizarse, el cambio no será un proceso continuo: *el modelo procede a saltos*

⁴ BERTALANFFY, L. VON, *General System Theory. Foundations, Development, Applications*, Nueva York, G. Braziller, 1968. [Ed. en español FCE, España, 1976.]

⁵ BUNGE, M., «Treatise on Basic Philosophy», vol. 4: *A World of Systems*, Dordrecht (Holanda), Reidel, 1979.

—*Sistemas sociales y filosofía*, Buenos Aires, Sudamericana, 1995.

⁶ D. Pumain trabajó: con el laboratorio de la I. Prigogine (estructuras disipativas); con P. Allen y M. Jabali en la Universidad Libre de Bruselas para la química; con el laboratorio de la H. Haken (Synergy), con W. Weidlich y G. Haag, de la Universidad de Stuttgart para la física.

Si el paradigma, en su concepto, es nuevo para las ciencias físicas, no lo es para las Ciencias Sociales (Heráclito). La novedad está en la capacidad de modelización de los fenómenos utilizando modelos matemáticos.

Esta modelización debe tener en cuenta dos características fundamentales de las discontinuidades cualitativas: un *principio de irreversibilidad* (que significa que cada historia local es única) y un *principio de imprevisibilidad* (es decir que no se sabe hacia qué rama de la bifurcación el sistema va a evolucionar). El principio de imprevisibilidad impide cualquier predicción, pero en cambio, el modelo permite una exploración de futuros posibles del sistema estudiado.

3. La aplicación a las ciencias sociales

Para aplicar esos modelos a los objetos de las ciencias sociales hay que identificar la naturaleza de los datos y parámetros pertinentes, que entrarán en las ecuaciones diferenciales que rigen este tipo de fenómeno, como lo describen los modelos matemáticos. Existían ya varias investigaciones experimentales para ilustrar este dominio de investigación, como el modelo general de interacciones que intervienen en la localización de las actividades y de las poblaciones. Un modelo interesante era el *de la ciudad ficticia*, elaborado por Peter Allen, con el geógrafo F. Boon, en respuesta a la petición del Ministerio de Transporte de U.S.A. que, a raíz de la crisis del petróleo de la década de 1970, se preguntaba sobre qué pasaría si los precios del petróleo subieran todavía más⁷. El mecanismo para describir los lazos entre las actividades pasaba a través de la *base económica*. El interés de este modelo era ser dinámico, puesto que expresaba el cambio de una cantidad de estado según el tiempo. Modelos como el de Allen escritos en Fortran constituían un verdadero aprendizaje de la formalización cuantificada del saber que se tenía sobre la ciudad. Los resultados obtenidos mostraban una coherencia de los modelos pero también dificultades de estimación de los parámetros y del paso a lo operacional⁸. Por otra parte, falta distancia, porque estos modelos tienen sólo de 20 a 30 años de edad.

Pumain ha sabido utilizar las nuevas herramientas de modelización para modelos dinámicos: Ecuaciones Diferenciales, Fractales, Autómatas Celulares, Sistemas Multi-Agentes, Redes Neuronales y, sobre todo, los SIG que permiten hacer el acoplamiento entre bases de datos muy importantes y los nuevos modelos.

⁷ P. Allen: "Évolution économique, sociale et spatiale de quatre agglomérations". *Villes et auto-organisation*, 1989.

⁸ Modèle de A. Wilson, 1988. Modèle synergétique, Weidlich, Haag, 1987, Sanders, 1992 Migrations interrégionales et interurbaines.

4. La construcción teórica para el sistema de ciudades

El objeto de la construcción teórica de Pumain era superar las aporías de la teoría de lugares centrales⁹ por una concepción dinámica en la que la formalización sistémica de los objetos urbanos¹⁰ distingue en el medio urbano diferentes entidades: sistema de ciudades (jerarquía, diversidad, distribución espacial), ciudad (tamaño, función, morfología) y actores (profesionales, estrategia, ciclo de vida). Estas son las variables de estado o de las propiedades emergentes en algún momento. Se trata, entonces, de identificar dichas propiedades y saber cuáles son los procesos que las conectan a un nivel superior. Estas propiedades son mantenidas por las interacciones. Los procesos que mantienen el sistema son también los que en algún momento lo harán evolucionar.

Pumain define la expansión distribuida o “ley del efecto proporcional” (Gibrat) como fluctuaciones aleatorias en torno a una tasa de crecimiento medio idéntico para todas las ciudades y la selección jerárquica como el fortalecimiento de las desigualdades jerárquicas en el conjunto del sistema. Esta selección se hace a la vez por la difusión jerárquica de las innovaciones y por el cortocircuitaje de las pequeñas ciudades, asociado a la contracción del espacio-tiempo.¹¹

Varias tesis han permitido precisar estos procesos:

- ventaja inicial de las grandes ciudades en la difusión jerárquica de las innovaciones (C. Rozenblat, S. Baudet-Michel).
- simplificación por la parte inferior de la jerarquía bajo el efecto de la contracción del espacio-tiempo (A. Bretagnolle).
- diferenciación de los sistemas urbanos por organización política y administrativa (F. Moriconi).

Sobre la base de una cartografía de Europa, proporcional al tiempo de viaje y su evolución en la historia, destaca Pumain la enorme expansión de las posibilidades de interacción por un aumento de las transmisiones de las innovaciones que conducen a una tendencia al corto-circuitaje de las pequeñas ciudades, como ha sucedido con la reducción de las etapas o paradas entre París y Poitiers (teoría de E. Reclus).

⁹ CHRISTALLER, W., *The Central Places of Southern Germany (1933)*, Nueva York, Prentice Hall, 1966.
—«Rapports fonctionnels entre les agglomérations urbaines et les campagnes», en *Comptes Rendus du Congrès International de Géographie*, Ámsterdam, t. II, secc. IIIa, 1938, pp. 123-138.

¹⁰ BERRY, B. J. L., «City size distributions and economic development», *Economic Development and Cultural Change*, vol. 9, 1961, pp. 573-588.
—«Cities as systems within systems of cities», *Papers and Proceedings of the Regional Science Association*, vol. 13, 1964, pp. 147-163.

¹¹ D. Pumain, “Vers une théorie évolutive des villes”, in *L'Espace géographique*, n° 2, 119-134, 1997.

Estos estudios permiten al final explicar los objetos geográficos (territorios, ciudades, sistemas de ciudades) no sólo como culminación de un relato biográfico, sino como uno de los posibles resultados de un conjunto de procesos interactivos complejos, lo que ofrece otra interpretación diferente que la de los historiadores, para quienes el cambio territorial es el resultado de una historia única (la revolución industrial ...) y no la trayectoria de un sistema dinámico en el que la historia particular de cada ciudad no es más que uno de los posibles resultados alcanzado en un proceso de complejas interrelaciones. Los geógrafos, quienes plantean un sistema de ciudades e identifican trayectorias teóricas que representarían trayectorias históricas, tienen una visión más formalizada del cambio.

El modelo de SIMPOP (modelización multiagentes), desarrollado por D. Pumain en colaboración con un equipo de profesionales es un modelo informático más flexible que los modelos estrictamente matemáticos y que permite, con reglas cualitativas y cuantitativas llevar a cabo análisis y simulaciones.

5. La aplicación de la teoría al sistema de ciudades y la ordenación territorial de la UE

Denise defiende la importancia de su teoría para ordenar los sistemas de ciudades, que en general, a pesar de la función pública de la ordenación del territorio, están relativamente poco controlados. A continuación, pone de relieve los muchos intentos de intervenir en la dinámica de estos sistemas para ir hacia un tamaño ideal utópico, una mejor distribución de las poblaciones entre la ciudad y el campo.

En el caso de la Unión Europea su Estrategia Territorial, aprobada en Postdam en 1999, se encamina hacia el desarrollo de un sistema urbano policéntrico y equilibrado al rechazar la idea de una megalópolis europea¹². *La Agenda Territorial de la Unión Europea. Hacia una Europa más competitiva y sostenible de regiones diversas* acordada en Leipzig (mayo de 2007), se propone como primeros objetivos los de 1999: 1-Reforzar el desarrollo policéntrico y la innovación a través de redes de regiones urbanas y ciudades. 2-Nuevas formas de asociación y gobernanza territorial entre áreas rurales y urbanas¹³. Para ambos objetivos la teoría evolutiva de Pumain resulta aplicable.

¹² COMITÉ DE DESARROLLO TERRITORIAL. UNIÓN EUROPEA, Estrategia Territorial Europea. Hacia un desarrollo equilibrado y sostenible de la UE (ETE), Luxemburgo, 1999, 89 pp.

¹³ Vid. V. Bielza: *Introducción a la ordenación del territorio. Un enfoque geográfico*, Pressas Universitarias de Zaragoza, Zaragoza, 2008, p. 154.

Para poner en práctica la aplicación de la teoría hay que tener en cuenta que no será lo mismo si los procesos del sistema de ciudades son al azar o si se quieren optimizar con arreglo a un funcionamiento social que todavía tiene que actualizarse. El aspecto práctico de estos estudios es esencial y por eso se debe seguir trabajando sobre las observaciones directas de los sistemas de poblamiento a mayor o menor escala en los diferentes países.

Obras significativas de D. Pumain

Complexity perspectives on innovation and social change, avec David Lane, Sander van der Leeuw et Geoffrey West (eds.), ISCOM, Springer, Methodos Series, 2009.

Dictionnaire La ville et l'urbain, avec T. Paquot et R. Kleinschmager, Anthropos, 2007.

Données urbaines, tomos 1 a 5, avec M.F. Mattei, Anthropos, collection « Villes », 1996-2006.

Hierarchy in Natural And Social Sciences (dir.), Springer, 2005.

Les interactions spatiales, avec T. Saint-Julien, Armand Colin, collection « Cursus », 2001.

Temporalités urbaines, avec Bernard Lepetit, Anthropos, collection « Villes », 1999.

Le système des villes européennes, avec N. Cattan, C. Rozenblat et T. Saint-Julien, Anthropos, collection « Villes », 1999.

Atlas des villes de France, avec T. Saint-Julien, La Documentation française, 1998.

L'analyse spatiale, tome 1 : Les localisations dans l'espace, avec T. Saint-Julien, Armand Colin, collection « Cursus », 1997.

Réseaux et territoires - significations croisées, avec J.-M. Offner, Éditions de l'Aube, La Tour d'Aigues, 1996.

Atlas de France, volume 12 : l'espace des villes, avec, La Documentation Française, 1995.

La représentation des données géographiques : Statistique et cartographie, avec M.Béguin, 1994.

The Statistical Concept of the Town in Europe, avec EUROSTAT, European communities, 1992.

Spatial Analysis and Population Dynamics (dir.), J. Libbey, 1990.

Villes et auto-organisation, avec Lena Sanders et T. Saint-Julien, Economica, 1989.

La dynamique des villes, Economica, 1982.