

# NOTICIAS Y COMENTARIOS

---

## UNA APROXIMACIÓN SISTÉMICA AL ESTUDIO DEL TRANSPORTE

El desarrollo de la producción científica en el campo de la geografía del transporte ha seguido, en tanto que sección temática de la disciplina general, la evolución de las líneas maestras del pensamiento geográfico y de los cambios paradigmáticos que en él se han operado. Mientras la «geografía cuantitativa» iniciaba su difusión en Europa, una nueva etapa se abría con Blaut, Chorley, Ackermann, Berry, Stoddart<sup>1</sup> y otros geógrafos físicos y humanos del área anglosajona, al explorar las posibilidades explicativas que, para el estudio de los hechos geográficos, ofrecía la Teoría General de Sistemas (T.G.S.).

Desde los primeros '70 la reflexión teórica y el estudio aplicado de la geografía del transporte no ha dejado de manifestarse en la geografía española. Desde un pionero artículo aparecido en 1972 en la *Revista de Geografía* de la Universidad de Barcelona,<sup>2</sup> la bibliografía hispana en esta temática, bajo forma de textos, tesis y artículos de revistas específicas, ha venido incrementándose.

En estos marcos de referencia —general y particular— hemos desarrollado nuestro interés por el análisis de los fenómenos de movimiento en el espacio geográfico. Estas notas pretenden ser una sucinta y primera aproximación sistémica a la realidad del transporte en sus relaciones y con el orden espacial.

---

<sup>1</sup> ACKERMANN, A. E. (1963): «Where is research frontier?», *Annals of Ass. Am. G.*, 53, 429-440. BERRY, B. J. L. (1964): «Cities as systems within systems of cities», *Pap. Reg. Sc. Ass.*, 13, 147-163. BLAUT, J. M. (1962): «Object and relationship», *Prof. Geog.*, 14, 1-7. CHORLEY, R. J. (1962): «Geomorphology and general systems theory». *Prof. Pap. U. S. Geol. S.* STODDART, D. R. (1967): *Organism and ecosystem as geographical models* (citado en Chorley-Hagget: *Models in geography*).

<sup>2</sup> EQUIPO URBANO (1972): «Simulación de una red de transporte: el caso de los ferrocarriles españoles», *Revista de Geografía*, 1, U. de Barna.

*¿Aproximación sistémica?*

David Harvey, en 1969,<sup>3</sup> señaló que en diversas comunidades científicas el uso del concepto «sistema» se había dado desde antiguo. El renovado interés contemporáneo de que ha sido objeto el análisis de sistemas puede muy bien deberse a la creciente conciencia científica de que la realidad a estudiar y explicar es un entramado de múltiples interrelaciones entre variables, realidad que escapa, al menos en su complejidad y riqueza, cuando se aborda con explicaciones de causalidad simple en las que no subyace una cierta concepción holística, en el sentido filosófico del término.

Si todos los fenómenos fuesen únicos e irrepetibles no sería posible el conocimiento científico. Éste se consigue cuando, en un proceso de abstracción, se realizan aseveraciones —lógicas y comprobables— de conjunto para todos los hechos y relaciones que se manifiestan, buscando repeticiones, similitudes, regularidades..., leyes.

El análisis sistémico de la realidad supone que la reflexión y la investigación del objeto se realiza de forma que se mantiene de modo continuo una visión global del mismo, centrando la atención en las relaciones entre los elementos que forman este objeto de estudio, sin aislarlos del complejo del que son parte y mostrando el funcionamiento de este todo. Necesariamente el análisis de sistemas modeliza el objeto al que se aplica, hace reducción abstracta de las claves del mundo real y simula el comportamiento o dinámica del modelo.

Huggett<sup>4</sup> identifica cuatro etapas en el análisis de sistemas. La primera de ellas —*léxica*— consiste en delimitar el cierre del sistema, para identificarlo como distinto de aquello que lo rodea (entorno), y definir sus componentes en términos de propiedades medibles. Sigue una etapa, *estructural*, en la que hay que definir las relaciones entre sus componentes, definición que puede darse como enunciado hipotético, ecuación empírica o coeficiente de correlación. Establecida la estruc-

---

<sup>3</sup> Harvey, D. (1983, ed. orig. 1969): *Teorías, leyes y modelos en geografía*, Alianza, Madrid, p. 447.

<sup>4</sup> HUGGETT, R. (1980): *Systems analysis in geography*, Clarendon Press, Londres, pp. 20-22.

tura, en un tercer paso, *modelización*, hay que elaborar un esquema en el que: se señalen los mecanismos de cambio en el sistema y se puedan aplicar valores empíricos actuales a parámetros y constantes. Por último, *simulación dinámica*, se comprueba el funcionamiento del sistema modelado.<sup>5</sup>

*¿Por qué una aproximación sistémica en geografía?*

En la implantación del análisis de sistemas en geografía no han faltado objeciones de distinto tipo y de diversa procedencia. Se ha señalado, por ejemplo, que el holismo como marco filosófico en el que se inscribe la explicación sistémica era caduco. Consideramos que no es el objetivo de estas notas abundar en polémica, así como tampoco concebimos ninguna propuesta teórica como posible panacea para resolver los problemas internos de la geografía. «...sería imprudente pensar que sólo tenemos que blandir la varita mágica del análisis de sistemas sobre los temas geográficos para que todo nos sea revelado».<sup>6</sup>

Desarrollar el análisis de sistemas en geografía supone, ciertamente, tener que abordar graves y difíciles problemas; entre otros: limitar el número de variables que intervienen y las relaciones que se catalogan como significativas, puesto que ello supone afectar directamente al sistema resultante que se quiere explicar; los sistemas humanos contienen una ambigüedad problemática entre hechos e imagen que de los hechos posee el investigador (realidad vs. ideología); la complejidad de relaciones en los sistemas investigados en geografía dificulta, precisamente por su misma riqueza, el establecimiento estricto de todas y cada una de las variables.

Sin embargo, no dudamos del valor que posee intentar el desarrollo de una perspectiva sistémica en geografía, cuando ésta ha sido, históricamente en ciertos períodos, una disciplina poco menos que huérfana de teoría o limitada a teorizaciones parciales. El monismo del análisis de sistemas favorece la integración del mundo humano o social —léase

---

<sup>5</sup> Para ello pueden utilizarse, entre otros, los programas informáticos STELLA, DYNAMO, MICRODYNAMO, ODUM...

<sup>6</sup> HARVEY, D. (1983), op. cit., p. 466.

Geografía Humana— y del mundo físico o natural —Geografía Física—, aproximándonos a aquel viejo «desideratum» de la unidad en geografía, unidad entendida funcionalmente desde la óptica de sistemas. El enfoque sistémico es un «corpus» de orientaciones teóricas y metodológicas particularmente adaptado al estudio de situaciones tan complejas como las de la geografía, complejas por la cantidad de variables y por la calidad de las relaciones. El planteamiento de sistemas permite, además: comprender la estructura de los fenómenos espaciales identificando sus elementos y vínculos en términos del «rol» y de la posición que juegan en el conjunto del sistema; concebir y medir el funcionamiento de estos fenómenos espaciales en sí mismos y en relación a otros sistemas (naturales, sociales, políticos...). Por último, el análisis de sistemas puede situar a los geógrafos en un «metalenguaje» coherente de universalidad científica que favorezca el contacto con otras ciencias cercana en los ámbitos de lo social y de la naturaleza.

### *Una aproximación sistémica al estudio del transporte*

En un párrafo anterior comentamos que el análisis de sistemas transcurre en una sucesión de cuatro fases (léxica, estructural, de modelización y de simulación). Intentaremos aquí avanzar nuestra propuesta de definición y comprensión estructural del transporte como sistema.

El *espacio natural* no es homogéneo en su aptitud para sustentar la existencia humana; la base del «ecosistema humano» es anisotrópica. Cuando un área del espacio natural se utiliza en un marco históricamente concreto de existencia colectiva<sup>7</sup> pasa a ser el espacio humanizado de esta sociedad. La desigual distribución de recursos y las distintas actividades —dominantes, subordinadas o recesivas— que se generan en un colectivo son dos componentes básicos de la diferenciación de localizaciones en el espacio humanizado. Esta división espacial del trabajo es el punto de partida en la generación de movimiento de bienes

---

<sup>7</sup> Nos referimos a un modo de producción técnico y social regulado políticamente y con unos valores y pautas de conducta dominantes para conseguir los bienes y servicios que constituirán un cierto nivel de vida con el que afrontar las necesidades individuales y colectivas.

y personas en el espacio. El transporte es la circunstancia económica, técnica y política de relación entre el mundo humano (seres y objetos) y el espacio físico y, además, es el sistema<sup>8</sup> que permite dominar y estructurar el espacio (a escala planetaria, hoy día), al tiempo que es repuesta o resultado de las estructuras espaciales en las que se inscribe (véase diagrama 1).

Internamente el *sistema transporte* ordena sus componentes en dos subsistemas: el subsistema *demanda de transporte* y el subsistema *oferta de transporte*. Ambos subsistemas interactúan para resolver, con mayor o menor adecuación, una cierta intensidad de movimiento que, a su vez, es exigencia de las actividades económicas del territorio y entre territorios y componente del nivel de vida que satisface las necesidades de la población.

Son las personas físicas (población) y jurídicas (empresas agrarias, industriales, comerciales, de servicios...) las que efectúan una cierta demanda de transporte (v. diagrama 1), demanda que, inicialmente, puede considerarse como función del precio y disponibilidad técnica para realizar el movimiento. La población, global y sectorialmente considerada, tiene ciertas necesidades de desplazamiento, como agente económico o como consumidor, en y entre localizaciones diferenciadas por su funcionalidad económica. Dicha población resuelve sus movimientos utilizando «n» medios de transporte y, en principio, opta por ellos en función de la elasticidad<sup>9</sup> del coste, precio en medios alternativos y renta disponible (amén de otros factores como velocidad, seguridad, tipo de mercancía o condiciones particulares del cliente). Por consiguiente, consideramos tres clases de variables en el subsistema demanda: demográficas, económico/espaciales y técnicas. Entendemos que las más representativas en cada clase son:

\* Demográficas: población total, población activa, población femenina, población joven, población anciana.

\* Económico/espaciales: parcelario agrario, matrícula industrial, matrícula comercial, servicios sanitarios, culturales y de ocio.

---

<sup>8</sup> Entendemos por tal el conjunto de elementos diversos, jerárquicamente interrelacionados y dotados de un funcionamiento unitario e integrado que tiende a la consecución de unos fines.

<sup>9</sup> Elasticidad = variación relativa de q de bien/variación relativa precio.

\* Técnicas: precio/distancia, tiempo de desplazamiento, frecuencia de desplazamiento (para cada medio de transporte).

La realidad de la demanda de transporte no puede, empero, limitarse a unas variables características de la concepción «homo economicus». La posibilidad y efectividad del movimiento también está definida socioespacial y psicosocialmente. Por lo tanto, en la definición de nuestro subsistema debemos incluir variables:

\* Socioespaciales: nivel de instrucción, renta familiar disponible, propiedad inmobiliaria...

\* Psicosociales: valoración de los lugares ( $e_1, e_2 \dots e_n$ ), valoración de actividades ( $a_1, a_2 \dots a_n$ ), valoración de los medios de transporte ( $mt_1, mt_2 \dots mt_n$ ).

El conjunto de estas variables de demanda de transporte espacialmente se da en lugares diferenciados: origen y destino. Esta conjunción de variables y espacios es la matriz espacial origen/destino de flujos de demanda que supone para cada área una intensidad de movimiento que debe ser canalizada (véase diagrama 2).

Para atender a la demanda, el sistema del transporte dispone de otro subsistema, el de oferta, que tiene su génesis en las disponibilidades proporcionadas por el macroentorno socioeconómico de la frontera espacial de posibilidades productivas<sup>10</sup> y, por ende, del bienestar social. Toda oferta de transporte es plurifuncional: posibilita los asentamientos humanos en el espacio geográfico (f. demográfica); da viabilidad a los diversos flujos económicos —recursos, capital, trabajo, outputs finales— y posibilita la difusión de los procesos productivos y de las innovaciones tecnológicas inherentes a los mismos, originando la interrelación e integración espacial de los distintos sectores productivos (f. económica); supone la infraestructura necesaria para la movilidad como componente de la relación y de la libertad de los individuos y canaliza la difusión de pautas culturales y de otro carácter (f. social); posibilita la interrelación de unidades administrativas o entre estados y es soporte del orden jerárquico de los lugares, así como de su centralidad/marginalidad (f. política).

---

<sup>10</sup> Para tal concepto puede consultarse SMITH, D. M. (1980): *Geografía Humana*, Oikos-Tau, Barcelona, pp. 140-144.

La plurifuncionalidad del subsistema de oferta de transporte sirve al espacio humanizado en el que se inscribe porque supone un potencial de carga máxima que absorbe cierta intensidad de movimiento derivada de la matriz espacial origen/destino de flujos de demanda. Asimismo, la existencia en el espacio humanizado de este subsistema de oferta de transporte implica un conjunto de flujos de impacto que revierten en aquél en forma de externalidades. El potencial de carga máxima que aporta el subsistema oferta, así como los flujos de impacto que trae consigo, proceden de las propiedades topológicas y de las características físicas del mismo (véase diagrama 3). Por lo tanto, distinguiremos en el subsistema oferta de transporte dos categorías de variables: topológicas, las primeras; no topológicas —o materiales—, las segundas.

La base de las variables topológicas es la conjunción ordenada de lugares que deben servirse mediante esta oferta (1.<sup>a</sup> variable: nodos) a través de un agregado de vías (2.<sup>a</sup> variable) que los comunican. La expresión del orden de estos enlaces constituye la 3.<sup>a</sup> variable, la forma de la red de transporte, y el grado de presencia de los mismos en el espacio la 4.<sup>a</sup>, densidad viaria. Primariamente, dependiendo de todas ellas se obtendrá un potencial de carga máxima que viabilizará con mayor o menor eficacia la intensidad de movimiento y, consecuentemente, el cumplimiento de las funciones plurales que en el espacio humanizado debe cumplir el subsistema de transporte. Sin embargo, la adecuación de estas variables al funcionamiento del sistema se verá modificada por la sinuosidad de la red (5.<sup>a</sup> variable) que puede incidir negativamente en los costes/tiempo a invertir en los desplazamientos y, por lo tanto, constreñir el potencial de carga máxima y la intensidad de movimiento, además de implicar incrementos de externalidades (en carretera, incremento de accidentes de tráfico, por ejemplo). El subsistema oferta de transporte incide también en el espacio humanizado, y de modo particular en las actividades económicas que tienen lugar en el mismo, a través de otras tres variables topológicas, a saber: 6.<sup>a</sup> variable = conectividad; 7.<sup>a</sup> variable = accesibilidad, y 8.<sup>a</sup> variable = centralidad. Concretamente, estas variables ejercen su influencia sobre la especialización funcional y la jerarquía de los lugares.

Las variables materiales (no topológicas) del subsistema oferta de transporte son todas aquellas que por su carácter físico o de planeamiento humano pueden influir en el potencial de carga máxima que significa la

DIAGRAMA 1

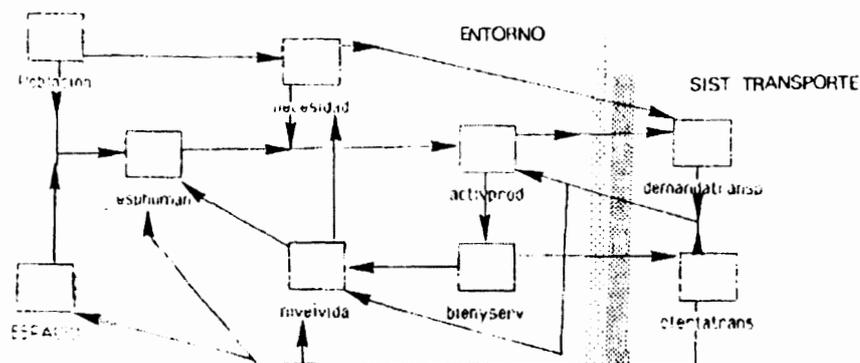


DIAGRAMA 2

DEMANDA TRANSP

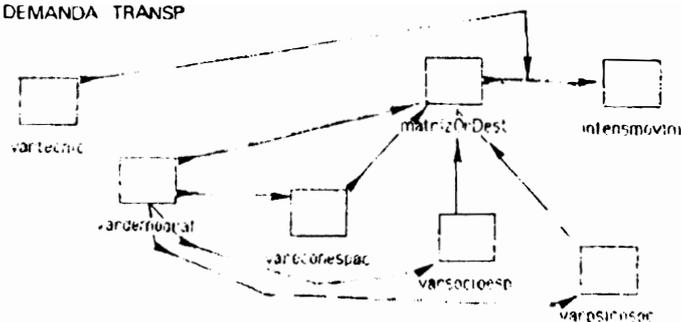
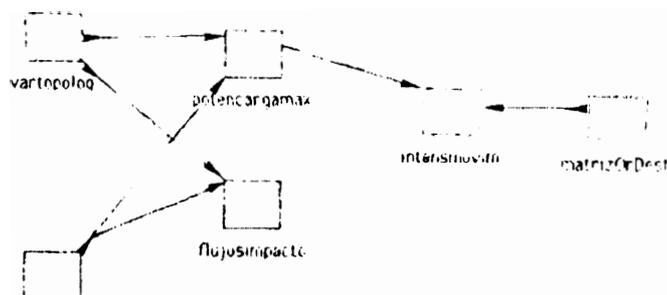


DIAGRAMA 3

OFERTA TRANS



oferta de transporte y en los flujos de impactos que pueden revertir en el espacio humanizado. Entre las primeras apuntamos el ancho de las vías (variable 9.<sup>a</sup>), el tipo y el estado de pavimentación de las mismas (variables 10.<sup>a</sup> y 11.<sup>a</sup>), los equipamientos auxiliares tales como señalizaciones horizontales, verticales... destinadas al tráfico (variable 12.<sup>a</sup>) y las instalaciones complementarias (zonas de transbordo, áreas de descanso...) (variable 13.<sup>a</sup>) con que cuentan dichas vías. Dos son las variables de planeamiento del transporte que incluimos en la categoría de variables no topológicas: las líneas de transporte a disposición de la población y de los bienes (variable 14.<sup>a</sup>) y los trayectos que se pueden definir en estas líneas de transporte (variable 15.<sup>a</sup>).

Estas notas resumen nuestra aproximación teórica del transporte desde una perspectiva sistémica y, naturalmente, están abiertas al debate, revisión y ampliación si fuese precisa.

Toni Albert ARTIGUES BONET

## **INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE E IMPACTO AMBIENTAL**

### *Introducción*

Las infraestructuras de transporte son elementos básicos en la transformación territorial, en la generación del desarrollo regional o en la integración espacial de los diferentes subsistemas productivos. El nivel de desarrollo económico de un país está íntimamente relacionado con la eficacia y grado de integración de las diferentes infraestructuras de transporte.

En geografía son numerosos los ejemplos de estudios centrados en las transformaciones territoriales generados por las infraestructuras de transporte («Los accesos ferroviarios a Madrid. Su impacto en la geografía urbana de la ciudad», González Yanci, P. (1977); «El aeropuerto Madrid-Barajas: Estudio geográfico», Córdoba Ordóñez, J. (1981), etcétera).