

InterARQ

# Método de agrupamiento mediante búsqueda orientada

Pablo Francisco Peña Carrera\*  
Jaime Antonio Hernández Lizárraga\*\*  
Víctor Joaquín González Serna\*\*

**E**l método de agrupamiento mediante búsqueda orientada (MAMBO) tiene como propósito encontrar la mejor zonificación con base en la elaboración y análisis del sociograma de flujo (matriz de interrelaciones) y obtener los conjuntos de locales (áreas y zonas) de programas arquitectónicos.

Christopher Jones (1978) fue un destacado promotor del uso de la matriz de interacción (*Interaction Matrix*), como un esquema que representa las conexiones entre los elementos de un problema. En el libro *Métodos de diseño* se ilustra la aplicación de la matriz a un problema arquitectónico,<sup>1</sup> para lo cual define los elementos del arreglo como: cualquier elemento del conjunto de locales que integran un espacio arquitectónico. Y las conexiones como: la necesidad de acceso entre espacios, tomados por pares.

Así, a cada conexión le asigna un valor que califica dicha necesidad de acceso entre dos locales, son: 0= acceso innecesario, 1=acceso deseable, 2=acceso esencial. La base objetiva, según Jones, para el hallazgo de conexiones se fundamentó en un acuerdo logrado después de realizar una consulta a un amplio número de usuarios. Debido a que la relación que se estableció es simétrica, el resultado es un arreglo triangular.

Jones reconoce que la matriz crea un modelo demasiado complejo para el cerebro, por lo cual las relaciones pueden ser trabajadas alternativamente, mediante una red o grafo de interacción, el cual es un diagrama con equivalentes topológi-

cos, unos más claros que otros (Broadbent, 1977), sin embargo, aun así afirma que hay excesiva dificultad para su percepción total si el número de elementos es del orden de 15 a 20, por lo cual concluye que las grandes redes rara vez se utilizan para la solución de problemas. No obstante, Broadbent asegura que la matriz y el grafo de interacción han llegado a ser, para proponentes y oponentes del diseño sistemático, equivalentes.

En 1964, Levin<sup>2</sup> describe algunas formas de cómo los grafos pueden ser utilizados "para decidir la distribución óptima de los edificios", para esto toma un área quirúrgica a la que le aplica una matriz formulada ese mismo año por Whitehead y Eldars. En ésta, las celdas de la matriz fueron llenadas con la cantidad de recorridos diarios entre los locales; el objetivo de Levin en tal aplicación, fue optimizar la distribución, minimizando los recorridos entre diferentes locales, uniendo los locales según el número de recorridos entre cada par de ellos, dando prioridad a aquellos con mayor número de recorridos para obtener una red o grafo óptimo; sin embargo, este procedimiento es muy elaborado para transformar el grafo en distribuciones espaciales. En cambio, Broadbent<sup>3</sup> sugiere que se pudo emplear el dual del mencionado grafo óptimo para tal efecto.

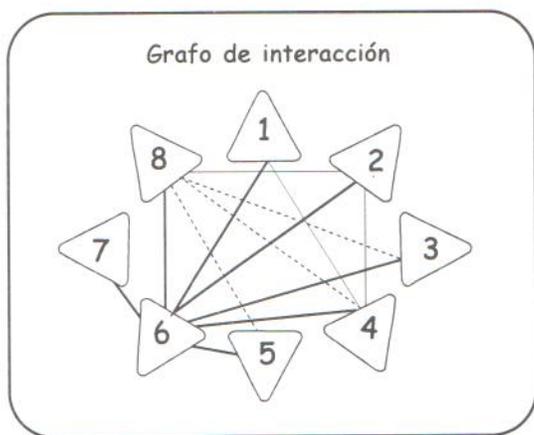
La aplicación de la matriz de interacción para describir la interrelación entre los elementos de un programa arquitectónico es un caso particular, ya que en la literatura consultada (Alexander, 1973 y Hanson, 1969) se ilustran casos de aplicación a conjuntos de requerimientos.

\*Profesor de la ESIA Tecamachalco.

\*\*Alumnos de la ESIA Tecamachalco.

En lo que respecta al análisis y descomposición de la matriz de interacción o sociograma, Alexander <sup>4</sup> propone que se corten aquellos vínculos cuya cantidad de información sea mínima, para lo cual recurre a la teoría matemática de la comunicación de Shannon.<sup>5</sup> El esquema obtenido al descomponer así el sociograma, es un árbol de conjuntos disjuntos; para tal operación Alexander elabora los programas "HIDECS 2 y 3" durante su estancia en el M.I.T. (Hyerarchical Decomposition of a Set, With an Associated Graph, Hidecs 2, 1962) y (Hyerarchical Decomposition of a System which have an Associated Linear Graph, Hidecs 3, 1963).

Otro autor, Hanson,<sup>6</sup> en 1969, define la operación de descomposición del sociograma como el rompimiento del conjunto total de requerimientos encadenados en subconjuntos relativamente disjuntos.



MAMBO

La matriz de interacción, como modelo de red de flujos, implica adoptar dos premisas básicas: concebir al edificio como una red de flujos en la que los nodos son los locales o grupos de actividades y los vínculos son las circulaciones. La segunda premisa es aceptar que los objetos de flujo son: información, energía y materiales, conceptos que son mensurables ya que poseen magnitud y unidad precisa. Así, las cantidades relativas de información, energía y materiales, proporcionan una medida de la intensidad de las relaciones entre los elementos de un programa arquitectónico.

### Algoritmo

1. Recopilación de datos acerca del intercambio de información, energía y materiales, entre los elementos de un programa arquitectónico. Para esta operación se debe contar con las cantidades más precisas posibles de cada flujo, para ello deben dividirse en

conceptos específicos que faciliten la operación, por ejemplo:

- Información (documentos, comunicación personal, etcétera).
- Energía (eléctrica, térmica, combustibles, etcétera).
- Materiales, mobiliario, maquinaria, automóviles, agua, entre otros.

1.1 Elección de la dirección dominante del flujo en función de la magnitud del intercambio entre cada dos locales. Cabe desatacar que el flujo de energía, información y materiales puede ser bidireccional, por lo que la dirección de la transmisión se determina por la intensidad del flujo entre cada par de locales.

2. Relación de flujos dominantes por tipo de flujo. La transmisión de flujos se da en función de su magnitud, y para elaborar las tablas de interacción es necesario contar con la unificación de cada tipo de flujo, además de disponer con una casilla de observaciones en la cual se anotarán las restricciones o cualidades particulares de la interacción de cada par de locales.

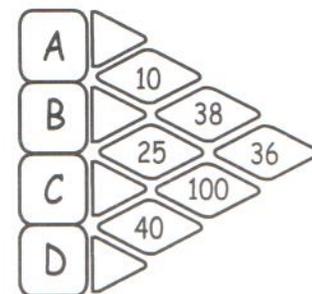
3. Normalización y redondeo de las cantidades que miden la intensidad de flujo entre locales. Se denomina cantidad relativa a aquella magnitud normalizada en la que se toma como numerador y denominador a la mayor, en este sentido la mayor intensidad de relación la da el número 1, sucesivamente el denominador será determinado por las magnitudes descendentes de un mismo flujo; de tal manera que el mayor número absoluto indica la menor intensidad de relación. Puede optarse por tomar como módulo (numerador) a la menor magnitud y así, el cociente igual a uno indica la menor intensidad de relación.

Cualquiera de los criterios elegidos exige consistencia a lo largo del proceso. Para efectos del redondeo del cociente de normalización es conveniente multiplicarlo por diez, para evitar el disparo de los valores del rango intermedio de fracción a la unidad inferior o superior y no cometer error por redondeo; el criterio de redondeo es el siguiente: para fracciones mayores de 0.5 subirá a la siguiente unidad y para fracciones menores de 0.5 bajará a la siguiente unidad.

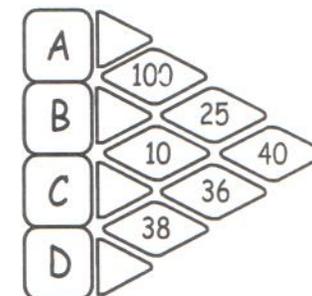
3.1 Elaboración de los sociogramas por tipo de flujo. La elaboración del sociograma está determinado por los resultados de la interacción, es decir, que a cada celda corresponde un valor dado por la interacción de ese par de locales, tomando el valor ya normalizado y redondeado. Se debe realizar un sociograma para cada tipo de flujo; tres en total.

4. Comparación de matrices y discriminación de valores. Tener tres sociogramas da como resultado un arreglo matricial de tres niveles, que es necesario depurar; para tal efecto se precisa comparar celda por celda las tres matrices y elegir el valor con mayor intensidad de flujo o, en su caso, tomar cualquier valor negativo que resulte de la interacción de ese par de locales en algún flujo.

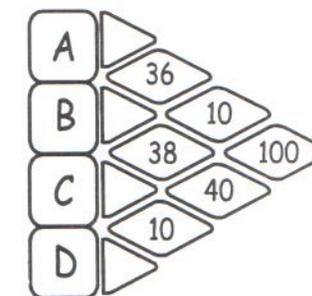
## Sociogramas de flujo resultante



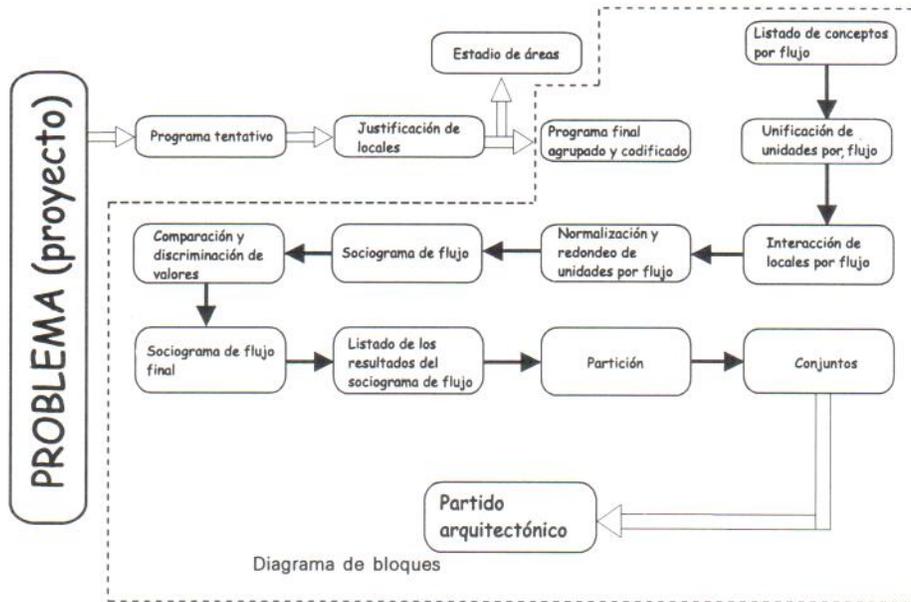
Información



Materiales



Energía



Cabe destacar que los valores negativos determinan repulsividad entre locales, e indican que un local afecta a otro y que es necesario evitar su cercanía. La repulsividad la pueden provocar magnitudes relacionadas con explosividad, ruido y mal olor de algún local.

5. Elaboración del sociograma de flujo resultante. Al elegir en la comparación de valores aquellos que representan la mayor intensidad de relación, con ello se está realizando el llenado de las celdas del sociograma de flujo resultante, con lo cual se asegura la relación entre los locales de un programa arquitectónico.

5.1 Listar los resultados del sociograma. La interpretación del sociograma de flujo para programas arquitectónicos extensos es una labor fatigante; agilizarlo requiere ubicar los resultados en forma de tabla.

6. Partición. La partición se realiza a partir de las tablas de resultados del sociograma. Se deben destacar las relaciones de locales con mayor intensidad, con la consideración de que no todas las interacciones entre locales son de intensidad uno, con lo que hay menos conjuntos de locales que en las tablas de resultados. Cabe destacar que cada conjunto tiene como identificador un local específico, sin que esto implique que ese identificador no forme parte del conjunto de otro local y tenga intensidad uno con ese local.

El siguiente paso es sacar de los conjuntos de relaciones los locales polares y repulsivos: un local polar es aquel que tiene relación con más de dos locales con la misma intensidad de flujo, y un local repulsivo es aquel que afecta negativamente uno o más locales.

Luego se precisa identificar los vínculos entre locales: un local vínculo es aquel que tiene la misma intensidad de flujo entre dos locales y no tiene otra relación de mayor intensidad con otro. Aquel grupo de locales cuyo identificador tiene relación de uno con otro local debe pasar íntegro al grupo del local al que pertenece. Si este grupo de locales está vinculado con algún otro grupo, el vínculo pasa a formar parte del otro conjunto.

7. Obtención de conjuntos. Los conjuntos finales están formados por aquellos locales que pertenecen a una misma zona, es decir, que mantienen una intensidad de flujo prioritaria, y por lo mismo ningún local del programa arquitectónico puede formar parte de dos conjuntos, pues la partición es la división sin intersecciones de un conjunto. Esta partición constituye la zonificación a partir del programa arquitectónico.

Para este efecto se sigue un procedimiento de agrupamiento de los elementos, según su intensidad de relación. Esta fase resulta laboriosa, por ello en la actualidad se elabora un programa de computadora que lo haga expedito: el MAMBO versión 0.1, a cargo de Jaime Antonio Hernández Lizárraga y Víctor Joaquín González Serna, asesorados por el ingeniero arquitecto Pablo Francisco Peña Carrera, alumnos y profesor del octavo semestre de la ESIA unidad Tecamachalco, quienes aplicaron el algoritmo en forma manual a un proyecto de clínica rural con 48 elementos de programa arquitectónico. El MAMBO 0.1 es capaz de generar la matriz de asociación o sociograma de flujo de este proyecto y de muchos otros más; en eso se trabaja ©

Referencias:

<sup>1</sup>Jones J., Christopher. *Métodos de diseño*, Edit. Gustavo Gili, Barcelona:1978.  
<sup>2</sup>Broadbent, Geoffrey. *Design in architecture*, Edit. John Wiley & Sons, London:1977.  
<sup>3</sup>Id.  
<sup>4</sup>Alexander, Christopher. *Ensayo sobre la síntesis de la forma*, Ediciones Infinito, Buenos Aires, Argentina: 1973.  
<sup>5</sup>Shannon, C.E. & Weaver. *The mathematical theory of communication*, Illinois University Press, Urbana, 1949.  
<sup>6</sup>Hanson, Keith. *Design for linked requirements in a housing problem*, Editor G. Broadbent, Lund Humphries/ Architectural Association, London:1969.