

LA CONSTRUCCIÓN DE MAPAS MENTALES MEDIANTE
APOYO GEOINFORMÁTICO. DESDE LAS IMÁGENES
PERCEPTIVAS HACIA LA MODELIZACIÓN DIGITAL.

Gustavo D. Buzai

Universidad Nacional de Luján (Argentina)

Programa de Estudios Geográficos

Web: www.gesig-proeg.com.ar

E-mail: buzai@uolsinectis.com.ar

RESUMEN

La realización y análisis de mapas mentales corresponde a un modo de investigación geográfica con interesantes vínculos entre los análisis cualitativos y cuantitativos. Los primeros se encuentran relacionados a los datos que surgen a partir de la percepción individual y los segundos se centran en procesos de generalización y modelización.

Surgido en la Geografía Humanista, el tema avanzó hacia el interior de la Geografía Cuantitativa con posibilidades de utilización en diferentes instancias de la planificación y gestión territorial.

Este trabajo presenta desde un punto de vista teórico-metodológico los tres principales modos de realización de mapas mentales: entidades visuales (K. Lynch), preferencias (P. Gould) y clasificación espacial (C. de Castro) y se analizan sus vínculos con la tecnología geoinformática.

Palabras clave: Mapas Mentales, Geoinformática y Mapas Mentales, SIG y Mapas Mentales.

ABSTRACT

The achievement and analysis of mental maps belongs to a form of geographical research that has interesting ties between qualitative and quantitative analysis. The first one is related with the information that arise from the individual perception and the second one focuses on processes of generalization and modelling.

Arising in the Humanistic Geography the topic advanced towards Quantitative Geography with possibilities of use in different instances of territorial planning and management.

This work presents, from a theoretical-methodological point of view, three main ways of achievement of mental maps: visual entities (K. Lynch), preferences (P. Gould) and spatial classification (C. de Castro), analysing its ties with geoinformatic technology.

Key words: Mental maps, Geoinformatics and Mental Maps, GIS and Mental Maps

INTRODUCCIÓN

La temática correspondiente al estudio de *mapas mentales* corresponde a una línea de investigación geográfica en la que se producen interesantes vínculos entre los análisis cualitativos y cuantitativos. Los primeros se encuentran vinculados a los datos proporcionados a través de la percepción individual y los segundos hacia su generalización.

Con un inicio en la denominada Geografía de la Percepción (evolución desde la Geografía Humanista) y con avances dentro del ámbito de la Geografía Cuantitativa, la temática fue evolucionando de forma continua hacia el logro de resultados que pueden resultar de gran interés. Sirven para estudiar como se ve y se piensa el mundo (Avendaño Flores, 2009), de que manera son de utilidad en un aprendizaje geográfico significativo (Araya Ramírez y Pacheco Soto, 2009) y, en escala urbana, se reconoce su tradicional importante apoyo al proceso de planificación territorial (Estébanez Álvarez, 1981).

En esta ponencia serán presentadas desde un punto de vista teórico-metodológico las tres líneas de mayor importancia para la realización de *mapas mentales* y principalmente se analizarán sus posibilidades de vinculación con la tecnología Geoinformática, de la cual sobresalen la Cartografía Asistida por Computador, Sistemas de Información Geográfica, Sistemas de Ayuda a la Decisión Espacial y Paquetes de Análisis Estadístico. Corresponde a la temática del capítulo 23 de Buzai y Baxendale (2011).

El caso de estudio corresponde a la ciudad de Luján (Argentina) analizada espacialmente por barrios urbanos y las encuestas fueron realizadas en alumnos de la Universidad Nacional de Luján. A partir del trabajo empírico se podrá responder:

- ¿Cómo se produce la representación de imágenes mentales en un mapa?
- ¿De qué manera una persona dibuja un mapa sobre un papel? ¿Qué elementos geométricos considera para realizar ese diseño?
- ¿Cómo queda representado el mapa mental de la comunidad a partir de considerar las respuestas del total de encuestas realizadas?

- ¿Cómo se plasman las preferencias geográficas en un mapa? ¿Existe relación entre el *mapa mental* y el *mapa social* del área de estudio?
- ¿Existirán posibilidades de realizar una regionalización a partir de criterios de agrupamiento perceptual?
- ¿Qué tipo de apoyo geoinformático puede tener el estudio de los mapas mentales?

ASPECTOS CONCEPTUALES

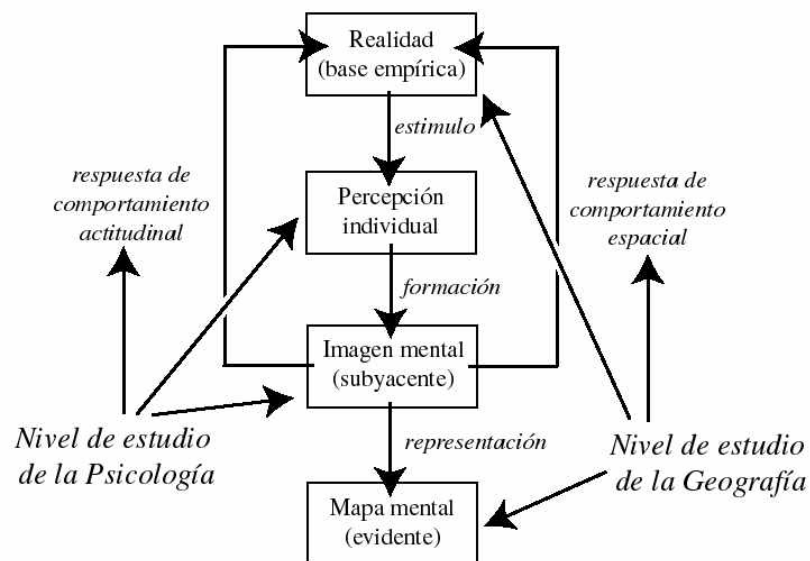
Geografía y mapas mentales

El estudio de la mente humana corresponde al ámbito de la Psicología y el de los mapas mentales surge en el ámbito de la Geografía Humanista y del campo del análisis de la percepción. Una vez que la imagen mental se plasma en el papel (lo cual puede realizarse mediante diferentes tipos de respuestas) y se hace concreta puede ser abordada desde de la Geografía Cuantitativa, la que permite realizar estudios de generalización a través de las metodologías que se utilizan en este capítulo.

La figura 1 presenta el proceso por el cual se llega al mapa mental. La *realidad* es la base empírica (ambiente) que genera diferentes estímulos a los individuos, a través de la *percepción individual* se construye una *imagen* subyacente que solamente puede ser captada gráficamente a través de una representación cartográfica llamada *mapa mental*.

En este proceso existen diversos componentes que se presentan como objetos de estudios adaptados a las dos principales ciencias que pueden intervenir. La Psicología presta atención a las respuestas individuales, a la manera en la que se percibe y se genera una imagen mental del entorno. La Geografía aborda, de forma tradicional, la base empírica en cuanto ámbito espacial y avanza hacia las respuestas espaciales que genera la percepción y el mapa mental plasmado en el papel en tanto representación cartográfica que podrá ser indicadora (en su generalización) de un mapa funcional del área de estudio.

Figura 1. Proceso del mapa mental y ámbitos de estudio.



[Fuente: Elaboración propia.]

Puede verse aquí el alcance disciplinario y multidisciplinario en la temática. El mapa mental es un resultado psicológico que en algunos niveles tiene relaciones con la estructura espacial objetiva del área de estudio. Esta aparece como soporte y muchos sostienen que las decisiones son tomadas con mayor orientación hacia las imágenes construidas que a la realidad misma. Sin embargo a partir de una de las aplicaciones presentadas se denota una alta correspondencia entre el mapa mental y el mapa social.

Mapas mentales basados en elementos visuales

En la relación hombre-medio uno de los resultados posibles de obtener es el de una *imagen mental*. El medio provee la base empírica y el hombre, a través de su percepción, le brinda un significado.

Basándose en desarrollos teóricos acerca de la imagen desarrolladas por el artista y teórico húngaro György Kepes (1906-2001), el planificador urbano estadounidense Kevin Lynch (1918-1984) realiza estudios concretos para proveer a los desarrollos teóricos de nuevos elementos de comprobación a través de imágenes urbanas.

Lynch (1986) considera que el diseño urbano es un arte visual de larga escala temporal y que no puede ser percibido globalmente en el mismo momento en que se produce la relación sujeto-objeto, sino que en todo momento se presenta a la vista mucho más de lo que puede llegar a verse, en ese sentido toda entidad localizada se experimenta a través de sus contornos.

La actividad perceptiva del individuo –a través de su visión- se pone en el centro del proceso, pero esta percepción resulta ser fragmentada, limitada y combinada con un gran sinnúmero de otras percepciones. De todas formas la *imagen de la ciudad* se basa en elementos estables a través del tiempo, aunque muchos detalles vayan cambiando en escalas de mayor detalle.

Centrándonos en el medio ambiente urbano existen dos conceptos centrales en la actividad perceptiva: la *legibilidad*, como calidad visual que provee el ámbito urbano a sus habitantes, operativamente ayuda a la facilidad con la que pueden reconocer y representar los elementos de la ciudad, y la *imaginabilidad* como cualidad de las entidades que llevan a crear imágenes con claridad. Centrándonos en la representación de la imagen a través de un mapa mental, aparecen los conceptos de *identidad, estructura y significado*. La identidad corresponde al reconocimiento de individualidades en el momento de identificar entidades geográficas, la estructura impone el reconocimiento de relaciones entre estas entidades y el significado su naturaleza práctica o emotiva para el observador.

Con posterioridad a la definición de conceptos, Lynch (1986:19) afirma que en su análisis “la imaginabilidad de la forma de la ciudad constituirá el eje del estudio”.

En esta línea, y para la realización de mapas mentales urbanos, presenta una serie de elementos que permiten captar la imagen de la ciudad:

. *Sendas*: Elementos lineales que el observador utiliza normalmente en sus desplazamientos. Ejemplo: calles.

- *Bordes*: Elementos lineales que producen discontinuidades y pueden actuar como límites. Ejemplo: alambrado.

- *Barrios*: Elementos areales (poligonales) donde el observador puede ingresar y reconoce cierta identidad. Ejemplo: zona comercial.

- *Nodos*: Elementos puntuales que actúan como sitios de confluencia en los movimientos realizados. Ejemplo: rotonda.

- *Mojones*: Elementos puntuales de referencia fácilmente reconocibles que se utilizan como guía en el ámbito urbano. Ejemplo: torre de una catedral.

Al momento de representarse la imagen mental de una ciudad se apelarán a los recuerdos generados a través de la percepción y ellos se plasmarán en el papel mediante entidades geométricas que trasladan los cinco elementos mencionados. De esta manera se tendrá la posibilidad de construcción del paisaje urbano *imaginable*.

La intención es representar los símbolos de la vida urbana en espacio y tiempo. El estudio de Lynch (1986) presenta posibilidades para poder realizarlo, primero desde un punto de vista individual y en segunda instancia para el logro de una generalización que lleven a la imagen colectiva del área de estudio.

Mapas mentales basados en preferencias

El estudio de los mapas mentales basados en preferencias se debe al importante aporte del geógrafo británico Peter Gould (1932-2000) quien lo considera un tema fundamental al momento de analizar el espacio funcional en diversas escalas, ya que las decisiones espaciales humanas se estarían basando principalmente en el entorno *percibido* dejando en segundo término al ambiente social y físico real. En este sentido, una *regionalización invisible* mental personal se hace evidente al momento de utilizar ciertos espacios y evitar otros.

La percepción del espacio geográfico es tarea de estudios psicológicos en cuanto a las formas específicas de organizar y utilizar la información espacial que provee el entorno, pero se convierte en un campo de estudio para la Geografía cuando a partir de estas decisiones se generan vínculos específicos en la relación entre la población y su medio hacia la generación de espacios funcionales específicos.

El interés de los estudios geográficos por las temáticas correspondientes a la *percepción* y los *mapas mentales* se difunde de forma generalizada a partir de la década de 1960, en la que Gould (1965) realiza uno de sus iniciales aportes. Una década después brindaría una sistematización en la cual establece que el estudio de la percepción y valoración ambiental se ha realizado geográficamente a través de seis líneas diferentes (Gould, 1975):

- *Percepción de recursos*: Temática de la Geografía Cultural ligada a la Antropología, en la cual se aborda de que manera los aspectos culturales permiten apreciar y valorar los recursos ambientales.
- *Percepción de paisajes*: Temática de la Geografía Cultural orientada al estudio de paisajes en la cual se aborda la valoración de los paisajes a través de la cultura.
- *Percepción del riesgo*: Temática de vertiente sociológica en la cual se estudia las actitudes de poblaciones con importantes posibilidades de experimentar situaciones de catástrofes naturales.
- *Percepción del espacio*: Temática de vertiente psicológica interesada por la denominada "inteligencia espacial". Muchos autores han trabajado con niños intentando ver de que manera desarrollan capacidades a través de la utilización de mapas.
- *Percepción del ambiente urbano*: Temática orientada al planeamiento que intenta analizar el comportamiento espacial de los individuos a partir de la percepción al medio. Se incluyen en esta línea los trabajos de Kevin Lynch.
- *Percepción como evaluación ambiental*: Temática iniciada a través del trabajo de Gould (1965) en el cual se estudia de que manera la población tiende a percibir y evaluar diferentes sectores del espacio geográfico. El atractivo residencial llevado a la cartografía permite analizar superficies de percepción operativizados en mapas mentales que se convierten en importantes herramientas para la toma de decisiones.

Los mapas mentales basados en preferencias son considerados una orientación fundamental de la temática por los aspectos considerados, ya que desde el

camino que va desde el mundo real a la imagen mental (en cualquier escala geográfica) se plasma en comportamientos a través de diversas elecciones espaciales que generan una materialidad funcional del espacio geográfico.

La evolución de dos décadas en la temática, desde Gould (1965) hasta la sistematización de Gould y White (1986) incorporando un análisis crítico teórico-metodológico de la propuesta. Dicho análisis se presenta en una aplicación clásica de nivel nacional (Castro y Bosque Sendra, 1993) y es el tema central del libro de Castro (2004), un muy interesante aporte actualizado para el estudio de los mapas mentales que se ha presentado como un material de importancia en el presente desarrollo.

Mapas mentales basados en comparaciones

La utilidad de prestar atención a pares de unidades espaciales y principalmente a su nivel de asociación a través de una percepción comparativa tiene por objetivo clasificarlas en grupos que luego serán representados en el mapa como áreas específicas. Es un proceso de regionalización basado en comparaciones.

Este avance se encuentra orientado a capturar el conocimiento geográfico de la forma en que aparece en la convivencia social y, principalmente, la estructura latente que lleva hacia una posible agrupación y clasificación que desde el análisis de a pares avanza hacia la obtención del resultado.

La relación de comparación por pares de unidades espaciales puede ser obtenida a través de preguntas directas, esta es la forma metodológica tomada desde el marketing para el estudio del posicionamiento de productos en el mercado. Con la finalidad de generar una captación de datos, que obtenga mayor flexibilidad en el procedimiento, Castro (1997:139) recalca el principio que establece que para obtener las respuestas más puras “no se puede interrogar directamente aquello que se quiere averiguar”.

Este principio, que es de utilidad para recabar información de muchas temáticas que pueden resultar delicadas (opiniones religiosas, políticas, económicas, entre otras) también debe ser considerado en la encuesta de mapas mentales con la finalidad de profundizar el análisis de la estructura espacial subyacente de los individuos.

Para ello, Castro (1997:141) presenta un formulario que hemos utilizado ante el convencimiento de brindar utilidad mediante una gran sencillez. En nuestro caso de estudio, el trabajar con 33 unidades espaciales (barrios) implica establecer 528 relaciones, lo cual hubiera sido imposible de no adoptar esta propuesta metodológica.

Con posterioridad al análisis de las respuestas se genera una matriz de asociación entre unidades espaciales que se presenta como base de los agrupamientos. A partir de allí son aplicados dos procedimientos: (a) un escalamiento multidimensional (MDS, *Multidimensional Scaling*) para desentrañar las relaciones subyacentes contenidas en la matriz y a partir de ellas agrupar unidades espaciales, y (b) un análisis de cúmulos (CA, *Cluster Analysis*) que permite verificar la secuencia de los agrupamientos.

A partir de estos procedimientos se generan áreas homogéneas con características de especificidad utilizables en acciones de planificación territorial.

MATERIALES, DATOS Y MÉTODOS

Información y *software* utilizado

- Área de estudio: *Ciudad de Luján*
- Unidades espaciales: 33 barrios urbanos
- Cartografía de barrios
- Encuestas en tres bloques:
 - Dibujo del mapa de la ciudad de Luján
 - Listado de preferencia de barrios
 - Asociación espontánea de barrios
- *Software*: ArcGIS, Excel, GeoDa y STATISTICA

Metodología basada en la visualización

Esta metodología tuvo gran simplicidad en su aplicación y se desarrolló en dos etapas: (a) la entrevista realizada a la población focal y (b) el análisis de la imagen diseñada por los entrevistados.

Durante la entrevista se solicitó a los participantes que realizaran un bosquejo, sobre un papel en blanco, del mapa de la ciudad Luján. Esta acción constituye el principal elemento posible de ser vinculado a la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica de los utilizados por Lynch (1986 pp. 167-182) en su amplia entrevista que abarcaba también muchos aspectos psicológicos del individuo.

Una vez disponibles los diferentes bosquejos, fueron sistematizados a partir de analizar la frecuencia de aparición de los diferentes elementos urbanos de clara imaginabilidad y posibles de ser llevados a un mapa mediante figuras geométricas: sendas (líneas), bordes (líneas), barrios (áreas), nodos (puntos) y mojonos (puntos).

Esto brinda dos posibilidades, la representación del mapa mental de la comunidad en una visión esquemática y su representación sobre la cartografía precisa de base SIG.

Metodología basada en las preferencias

Esta metodología tiene como objetivo llegar a la configuración de un mapa de preferencias continuas tomando como base empírica las diferentes unidades espaciales de un área de estudio.

La encuesta original solicita a los individuos encuestados que se realice una puntuación de orden de preferencia a dichas unidades espaciales. Les presenta un listado por orden alfabético en el cual el encuestado debe puntuar de 1 a N su consideración de preferencia decreciente.

Contando con el total de encuestas se crea una matriz de $N \times M$ unidades espaciales (filas) por encuestas (columnas) conteniendo en su interior los diferentes valores de puntuación de preferencias asignadas.

Esta matriz puede ser anexada (*join table*) a la tabla de atributos del Sistema de Información Geográfica vectorial y operando por filas se puede obtener una nueva columna (*Preferencia*) incorporando en ella un valor *total* o un valor *promedio* de las preferencias que cada unidad espacial obtiene a través del total de encuestas.

Como la mayor preferencia corresponde al puntaje menor, queda claro que las unidades espaciales de mayor preferencia serán aquellas de valores totales o promedios menores.

A partir de la matriz de preferencias es posible realizar una matriz de correlaciones de encuestas de $M \times M$ a partir de calcular valores de correlaciones ordinales mediante el coeficiente rho (ρ) de Spearman:

$$[1] \rho = 1 - \frac{6 \times \sum d_i^2}{N(N^2 - 1)}$$

Los resultados presentan similar amplitud (-1 a 1) y se interpretan de igual forma que el coeficiente r de Pearson, analizado oportunamente para trabajos de tipo paramétrico. La elaboración de la matriz de correlaciones se considera ante la propuesta de ajustar los valores de preferencia a partir de la realización de un análisis de componentes principales (CPA) y utilizar los valores de saturación del primer componente para realizar un ajuste por ponderación.

Las saturaciones factoriales se presentarán como un vector numérico en una cantidad equivalentes a la totalidad de encuestas (columnas de la matriz de preferencias), por lo tanto cada fila de la matriz de preferencias se multiplica por cada valor de saturación y de esta manera se obtiene el resultado final, como vector que se aparta respecto del resultado directo obtenido por suma o promedio.

Los puntajes obtenidos se estandarizan a través del puntaje omega (Ω) inverso y se asignan al centroide de cada unidad espacial. A partir de ese momento se realizan los mapas de isolíneas y mediante procedimientos de Sistemas de Información Geográfica también es posible obtener mapas de preferencia continua por métodos de interpolación rasterizado.

Este resultado generaliza las preferencias individuales. A nivel nacional será posible encontrar diferencias regionales que indican una mayor preferencia volcada hacia la zona de residencia de los encuestados, mientras que en el nivel intrarurbano hemos visto su clara correspondencia con el mapa social del área de estudio.

Metodología basada en asociaciones

Esta metodología implica la aplicación de una serie de procedimientos en la búsqueda de desentrañar una *regionalización mental* de los encuestados.

La toma de datos corresponde al pedido de opinión respecto de la semejanza de a pares, un procedimiento muy utilizado en marketing cuando se tiene intención de comparar la percepción de los consumidores respecto de un número limitado de marcas para un mismo producto. En el caso de estudios de mapas mentales los pares a comparar son unidades espaciales, pero como generalmente representan un número muy elevado, se tiene grandes posibilidades de generar inconsistencias en las comparaciones.

Luego de obtener los valores de comparación se sistematizan formando la *matriz de proximidades* de $N \times N$ unidades espaciales. Una matriz cuadrada donde la diagonal contiene el valor máximo de proximidad que coincide con el número total de encuestas, y la cantidad de datos comparativos (dc) está dado por:

$$[2] \quad dc = \frac{N^2 - N}{2}$$

Con la finalidad de completar la matriz de proximidades hemos utilizado la metodología propuesta por Castro (1997), la cual presenta procedimientos de gran facilidad y probada efectividad para su confección.

Operativamente se presenta a los encuestados el listado de unidades espaciales (numeradas) y cinco recuadros en los cuales deberían ser todas agrupadas de acuerdo a sus similitudes. Es una respuesta generada de forma cualitativa y no se brinda pauta alguna para su realización.

Mientras los trabajos realizados en marketing solicitan directamente los valores de semejanza, este procedimiento implica una construcción por parte del investigador, ya que la semejanza entre dos unidades espaciales corresponderá al número de veces que estas, en la totalidad de encuestas, han sido colocadas en un mismo recuadro.

La matriz de proximidades es el insumo básico para la aplicación del procedimiento de escalamiento multidimensional (MDS, *Multidimensional Scaling*), técnica que obtiene sus principales resultados a través del cálculo de valores dimensionales para cada unidad espacial (n dimensiones a partir de la matriz de proximidades cualitativas) y el de la regresión monótona en el interior de un diagrama de dispersión llamado *gráfico de Shepard*, en honor a su creador (Shepard, 1962a y 1962b).

El gráfico de dispersión 2D presenta los valores que cada una de las unidades espaciales adquiere en las dos primeras dimensiones obtenidas, como factores subyacentes en las relaciones de proximidad. Se genera una nube de puntos (dimensión 1 vs dimensión 2) que resulta necesario clasificar en agrupamientos específicos con la finalidad de lograr la regionalización. Cuando esta nube se presenta homogénea y no se reconocen claramente cúmulos en su interior se debe recurrir a procedimientos de agrupamientos por *cluster* que serán superpuestos a esta configuración en un modelo denominado *híbrido*.

La técnica de agrupamiento originalmente utilizada fue creada por Johnson (1967), un claro procedimiento de encadenamiento secuencial de las unidades espaciales a partir de la matriz de proximidades. Se funden siempre aquellas unidades espaciales que tienen el mayor valor de asociación, se genera una nueva unidad que se vincula con las existentes a partir de considerar el mayor valor de asociación de las dos unidades que le dan origen. Actualmente una gran variedad de procedimientos de *linkage analysis* y *cluster analysis* pueden ser utilizados en esta instancia.

El gráfico de Shepard es un espacio conceptual basado en las distancias. Son consideradas las proximidades cualitativas contenidas en la matriz de proximidades (eje x) y las distancias surgidas del espacio multidimensional (eje y). En este sentido la regresión se produce en sentido inverso: a mayor valor de proximidad cualitativa, menor distancia cuantitativa multidimensional.

En el interior del gráfico de Shepard la regresión monótona ajustará su configuración en la búsqueda del menor valor de *stress*. La regresión se dará en saltos. En cada nivel de proximidad se mantendrá constante en el eje y, y en cada nivel de distancia multivariada se mantendrá constante en el eje x. El *stress* marcará la discrepancia entre la nube de puntos y la línea definida y estará dado por:

$$[3] \text{ Stress} = \sqrt{\frac{\sum(d_{ij} - d_{ij}^{\#})^2}{\sum d_{ij}^2}}$$

siendo $d_{ij}^{\#}$ los valores encontrados sobre la línea de la regresión monótona.

Como gráfico de dispersión, el valor de *stress* irá disminuyendo a medida que se amplíe el número de dimensiones multidimensionales, por lo tanto puede saberse ante que número de dimensiones el ajuste se presenta óptimo.

Con la finalidad de evaluar la efectividad del ajuste, se presenta una escala considerada estándar. Según Kruskal (1964) esta sería la efectividad de ajusta a partir de los valores de *stress*: 0,20 (pobre), 0,10 (justa), 0,05 (buena), 0,025 (excelente) y 0 (perfecta).

La forma de obtención de datos y los procedimientos del MDS complementados con el *cluster analysis* brindan una nueva dimensión en el proceso de regionalización, el cual será ejemplificado en la aplicación correspondiente.

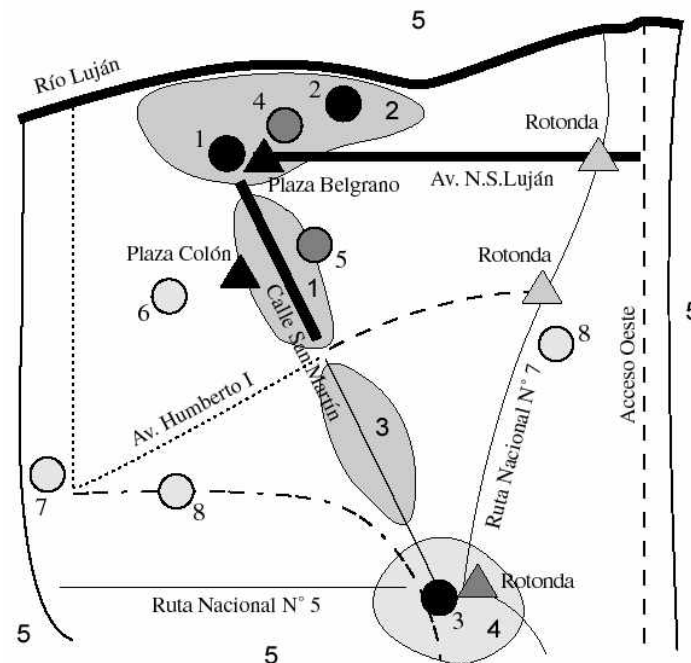
APLICACIÓN Y RESULTADOS

Mapa mental de visualización de la ciudad de Luján

Como se ha presentado en los puntos teóricos, la presente aplicación de basa en un aporte de Kevin Lynch al estudio de los mapas mentales.

El análisis de un total de 47 encuestas completas, aquellas realizadas a alumnos de la Universidad Nacional de Luján residentes en la ciudad de Luján plasma el diseño que se presenta a continuación.

Figura 2: Mapa mental por elementos visuales.



Numeración de hitos (tipografía times)

1. Basílica Nuestra Señora de Luján
2. Terminal de micros
3. Universidad Nacional de Luján
4. Museo
5. Municipalidad
6. Clínica
7. Escuela Normal
8. Estación del ferrocarril Sarmiento

Numeración de Áreas (tipografía arial)

1. Área comercial

2. Área histórica
3. Área residencial
4. Área universitaria
5. Área exterior

Algunos aspectos pueden ser destacados a partir de la estructura resultante.

Sendas: Se reconocen sendas principales que tienen conexión con el mojón principal (Calle San Martín y Av. Nuestra Señora de Luján). *Bordes:* Se reconocen bordes de diferente tipo, natural como el río Luján y antrópico como las principales vías de comunicación de carácter regional que bordean la ciudad. *Barrios:* Se reconocen cuatro áreas principales de las cuales tres son las más claramente reconocidas (histórica, comercial y residencial). *Nodos:* Se reconocen como rotondas viales. En un solo caso aparece como nodo una plaza central urbana (Plaza Colón). *Mojones:* Se reconoce un mojón principal, la basílica Nuestra Señora de Luján junto a otros edificios importantes como los de la municipalidad, clínica, escuela y universidad.

La ciudad queda claramente confinada entre bordes, por lo cual no son reconocidas áreas residenciales que se ubican más allá del río Luján y de las vías de circulación regionales. El mapa mental está principalmente referido a la zona céntrica de la ciudad.

Mapa mental de preferencias de barrios en la ciudad de Luján

Como puede verse en el apartado teórico, la presente aplicación toma en consideración el aporte de Peter Gould al estudio de los mapas mentales.

Para realizar los siguientes mapas mentales se solicitó a los alumnos de la Universidad Nacional de Luján encuestados que listaran por orden de preferencia los 33 barrios de la ciudad de Luján. De esta manera cada barrio obtendría un puntaje de 1 a 33, desde la mayor hasta la menor preferencia individual.

El resultado completo queda estructurado en una matriz de datos de 33 barrios (filas) x 64 encuestas (columnas) que fue incorporada (*join*) con sus valores originales a la base de datos alfanumérica del Sistema de Información Geográfica. El primer procedimiento realizado fue generar una nueva columna (*SUMA*) y completarla con la sumatoria de los valores en el sentido de las filas, con lo cual se obtuvo un continuo de preferencia global desde la unidad espacial que obtuvo el valor más bajo

como unidad espacial de mayor preferencia (Centro: 296) hasta la que obtuvo el valor más alto (San Pedro: 1527).

La creación de una nueva columna (OMEGA-1) y la posterior aplicación de [15.2], presentado oportunamente como indicador de planificación, brinda la posibilidad de estandarizar los valores de preferencia entre 0 y 100 llevando los puntajes finales hacia un sentido directo, es decir, donde mayores-menores puntajes significa mayores-menores preferencias.

A través de estos puntajes y sus representaciones cartográficas se puede disponer de una primera aproximación interpretativa que lleva a verificar la tendencia que comienza a perfilarse hacia el resultado final y definitivo.

Con la finalidad de avanzar hacia la aplicación de la metodología propuesta por Peter Gould se ha realizado el siguiente paso que permite ajustar los datos mediante un valor de ponderación surgido de los pesos factoriales (saturación) del Componente 1 a través de la aplicación de un Análisis de Componentes Principales (CPA, *Component Principal Analysis*).

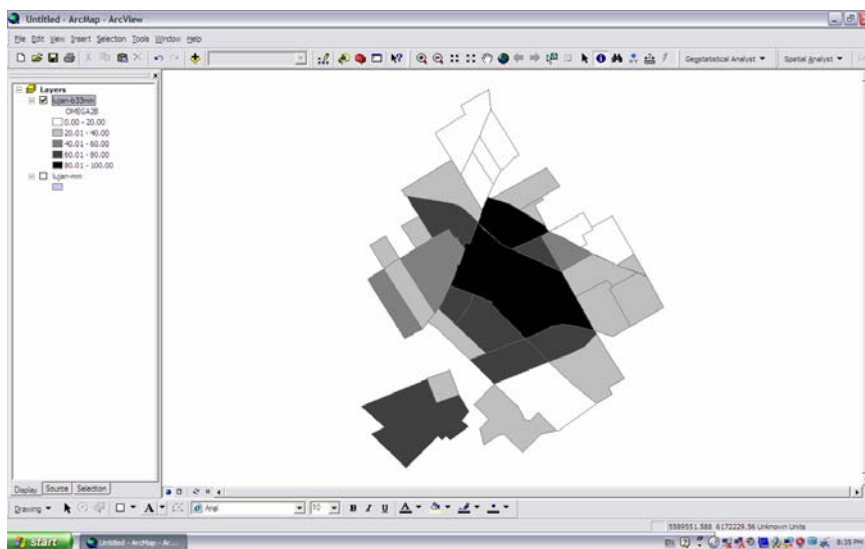
El resultado indica que el Componente 1 explica un 37,14% de la varianza. Los valores de saturación del Componente 1 se multiplican por la matriz de preferencia para obtener un puntaje ponderado para cada unidad espacial. Mediante este ajuste se presenta la siguiente configuración espacial estandarizada (OMEGA-2).

La configuración espacial muestra una clara preferencia positiva por la zona céntrica, incluyendo los barrios Centro y San Bernardo en color negro, una prolongación hacia el sudoeste en gris oscuro hasta el barrio La Hostería y una hacia el noroeste con el barrio La Esperanza. De manera inversa los menores valores de preferencia se encuentran representadas en color claro en la periferia urbana incluyendo los barrios Ameghino, Elli, Los Gallitos, San Fermín, San Jorge, Santa Marta y San Pedro.

Llevando los datos al centroide geométrico de cada unidad espacial pueden ser aplicados procedimientos de interpolación. La aplicación SIG permite obtener resultados de interpolación en formato *raster* calculando valores para cada localización a través de diferentes métodos. En la figura 3 se presentan resultados obtenidos con decaimiento exponencial de acuerdo a la distancia (exponente 2), kriging, spline y

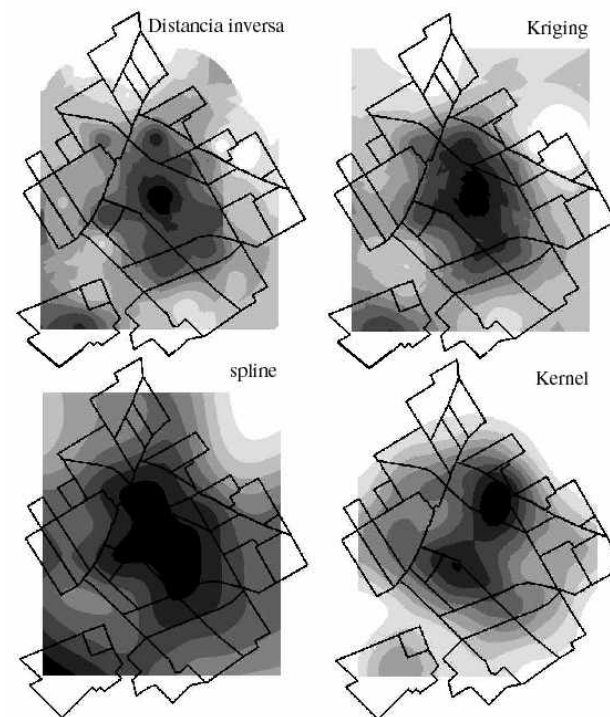
cálculo de densidades por kernel (en estos tres últimos con un radio fijo de búsqueda de 1500 metros). Se ha seleccionado el mapa por kriging como base para la realización del mapa de isolíneas presentado en la figura 3.

Figura 3: Mapa Mental coroplético de OMEGA-2.



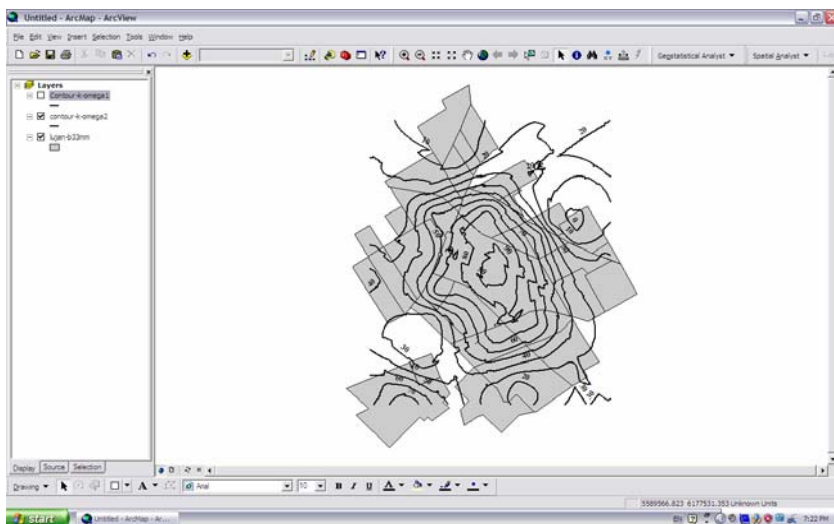
[Fuete: Elaboración propia.]

Figura 3: Interpolación raster de OMEGA-2 (diferentes métodos).



[Fuete: Elaboración propia.]

Figura 4: Mapa Mental isolíneas de OMEGA-2 (método *kriging*).



[Fuente: Elaboración propia.]

Como puede verse, la representación cartográfica se ha realizado en *isolíneas de preferencias* en intervalos de 10 puntos. La isolínea cerrada en el centro del mapa corresponde a una medición de 90 puntos y a partir de allí los valores van disminuyendo hacia la periferia urbana. Las isolíneas extremas presentan valores de 10-20 en el Norte y Este, de 30-40 en el Oeste y de 70 en el Sudoeste, en el Barrio Hostería, unidad espacial que presenta buenas características como prolongación céntrica.

Desde un punto de vista numérico los resultados obtenidos para cada barrio se presentan en la tabla 1. En la primera columna aparece el nombre de la unidad espacial, en la segunda la estandarización directa realizada en la suma de puntajes (OMEGA-1), en la tercera el resultado final ajustado por los valores de saturación del Componente 1 (OMEGA-2) y en la cuarta las diferencias entre ambos valores.

Tabla 1: Resultados de ambos procedimientos y diferencias.

Barrio	Omega-1	Omega-2	Diferencia
AMEGHINO	3.33	0.00	3.33
CENTRO	100.00	100.00	0.00
CONSTANTINI	33.14	31.99	1.15
12 DE ABRIL	17.79	20.77	2.98
EL CEIBO	45.00	44.51	0.49
EL MILAGRO	28.92	34.52	5.60
EL MIRADOR	69.86	73.79	3.93
EL QUINTO	37.45	43.45	6.00
EL TREBOL	67.26	71.18	3.92
ELLI	2.92	4.41	1.49
ESTACION BASILICA	71.65	77.13	5.48
HOSTERIA	74.90	78.90	4.00
JUAN XXIII	35.91	37.76	1.85
LA ESPERANZA	58.90	61.76	2.86
LA LOMA	18.85	23.23	4.38
LA PALOMITA	28.27	28.38	0.11
LANUSSE	34.28	32.38	1.90
LOS GALLITOS	13.16	16.65	3.49
LUNA	24.29	25.77	1.48
PADRE VARELA	16.33	21.13	4.80
PARQUE ESPERANZA	47.68	55.81	8.13
PARQUE LASA	29.57	31.50	1.93
SAN BERNARDO	82.94	83.66	0.72
SAN CAYETANO	64.42	65.58	1.16
SAN EMILIO	21.04	25.03	3.99
SAN FERMIN	10.97	10.92	0.05
SAN JORGE	1.38	4.17	2.79
SAN JUAN DE DIOS	18.20	22.27	4.07

SAN PEDRO	0.00	1.51	1.51
SANTA MARTA	8.20	9.42	1.22
SARMIENTO	70.84	76.58	5.74
VILLA DEL PARQUE	16.00	21.37	5.37
ZAPIOLA	23.23	25.42	2.19

En síntesis, la totalidad de procedimientos realizados con la finalidad de obtener *mapas mentales de preferencias* (mapas coropléticos, interpolación *raster* y mapas de isolíneas) captan una estructuración mental generalizada. El descubrimiento de estas pautas estructurales, que conceptualmente tienen límites difusos (Till y Sui, 1993) hacen que los SIG se presenten aptos para la obtención de estas configuraciones a partir de datos espacializados de forma puntual.

En escalas nacionales los resultados finales coinciden generalmente en sus máximos puntajes con los propios lugares de residencia de los encuestados (Castro, 2004), mientras que en escala urbana de una ciudad de tamaño intermedio se presenta coincidencia con el *mapa social* obtenido mediante técnicas cuantitativas aplicadas a datos censales (Buzai, 2003). Por lo tanto, el mapa mental de preferencias aplicados al ámbito urbano parecería funcionar como un mapa social a partir del conocimiento empírico que los propios habitantes tienen de su ciudad. Esta hipótesis será explorada al final del trabajo.

Mapa mental de clasificación espontánea de los barrios de la ciudad de Luján (Argentina)

Como se ha presentado en los puntos teóricos, la presente aplicación se basa en un aporte del geógrafo español Constancio de Castro al estudio de los mapas mentales.

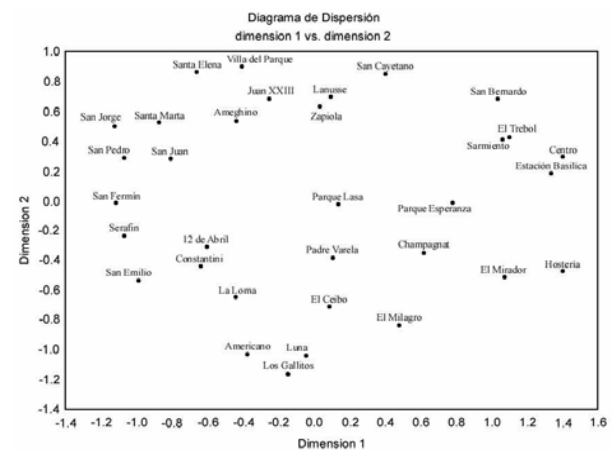
La aplicación realizada intenta desentrañar el patrón estructural de la memoria social a partir de nombres de barrios como lugares conocidos de la vida cotidiana de los habitantes de la ciudad de Luján. Por lo tanto la consigna ha sido: *dados los nombres de los 33 barrios de la ciudad de Luján, distribuirlos en cinco recuadros de acuerdo a las semejanzas percibidas (con criterio individual considerado). Todos los barrios deben ser incluidos,, ninguno puede quedar incluido en dos recuadros y el número de barrios en cada recuadro puede ser variable.*

La aplicación experimentó inconvenientes, ya que los 33 barrios de la ciudad no pudieron ser fácilmente asociados. El trabajo se realizó con 47 encuestas en condiciones óptimas de utilización.

Con este material se hace el conteo de las apariciones conjuntas en cada recuadro para llegar a confeccionar una *matriz de proximidades* (33x33) con números que indican las coincidencias asociativas de las unidades espaciales del área de estudio. Esta matriz presenta el número 47 en la diagonal y contiene diferentes números en su interior, teóricamente de 0 a 47.

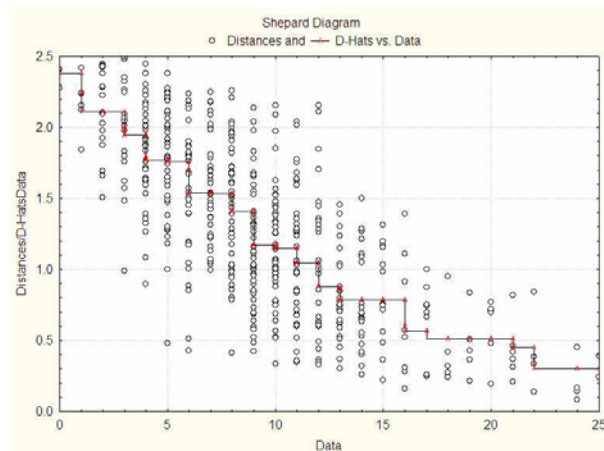
Esta matriz es la base de aplicación del método MDS. Mediante el cálculo de su dimensionalidad 2D se obtiene un primer resultado en la forma de gráfico de dispersión (Figura 5) que indica la posición de cada barrio en el espacio de relaciones. Las figuras 6 y 7 presentan el diagrama de Shepard para el cálculo de 2D y 5D.

Figura 5: MDS, posiciones y distancias bidimensionales de barrios de Luján.



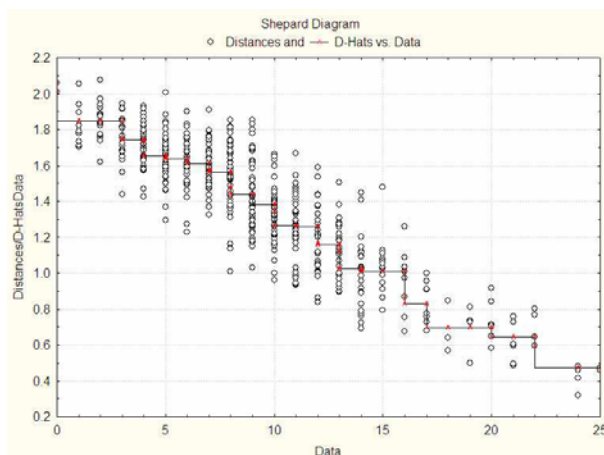
[Fuente: Elaboración propia.]

Figura 6: Diagrama de Shepard 2D.



[Fuete: Elaboración propia.]

Figura 7: Diagrama de Shepard 5D.

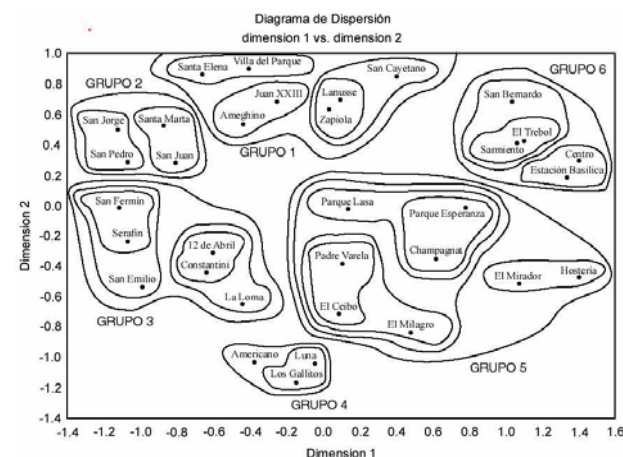


Se ha optado por la presentación de los anteriores diagramas de Shepard ante la finalidad de mostrar las configuraciones de ajuste que llevan a la disminución del valor discrepante (*stress*), el cual va de 0,27 (pobre) a 0,10 (justo) ante la obtención de dos y cinco dimensiones respectivamente.

A partir de este punto resulta necesaria la realización de un *modelo híbrido* (Shepard, 1980) a fin de poder clasificar con claridad la dispersión de puntos presentados en la Figura 5. La configuración se asocia a un valor de *stress* de 0,27 y no presenta cúmulos puntuales definidos con claridad.

Tomando la *matriz de distancias multivariadas* (33 × 33) generada a partir de la matriz de proximidades se ha aplicado el método de *cluster analysis* por el procedimiento de Ward y los resultados se superponen al diagrama de dispersión bidimensional con el objetivo de desentrañar una configuración asociativa con fines de regionalización (Figura 8).

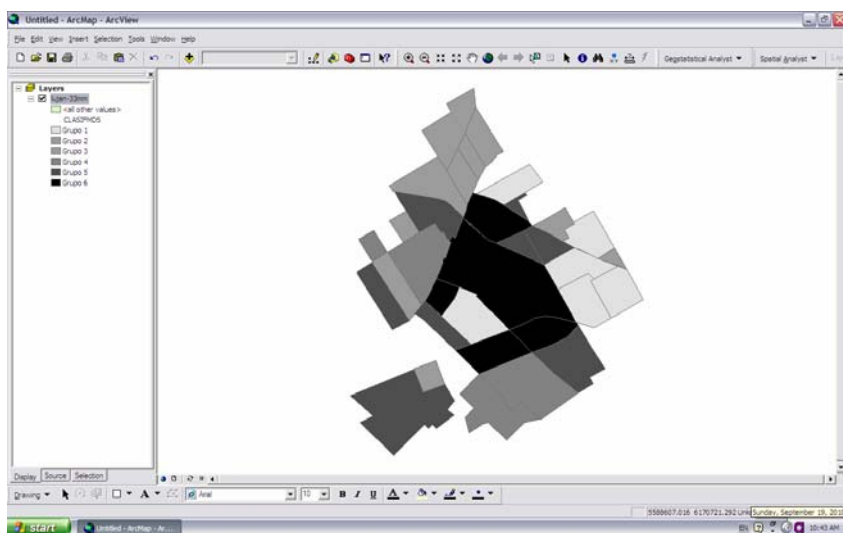
Figura 8: Modelo híbrido - MDS y *cluster analysis*.



[Fuete: Elaboración propia.]

A continuación se presenta la distribución espacial de los seis agrupamientos definidos.

Figura 9: Mapa mental por asociaciones.



[Fuente: Elaboración propia.]

La distribución espacial muestra una configuración centro-periferia en barrios céntricos contiguos y un predominio de fragmentaciones en la periferia. El mapa se presenta como resultado de una regionalización mental.

Exploración: determinación de la relación entre el mapa mental de preferencias y el *mapa social*

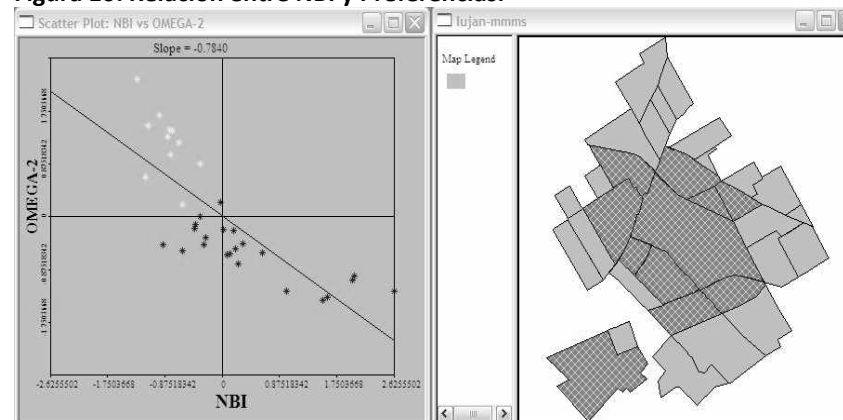
Al quedar claramente en evidencia la distribución espacial centro-periferia del mapa mental de preferencias, una línea de avance posible resultó ser la determinación de su grado de correspondencia con el *mapa social* de la ciudad de Luján, cuya

configuración espacial en la distribución social de la población presenta características comunes a las ciudades intermedias de América Latina (Buzai, 2003).

La síntesis correspondiente al *mapa social* se realiza a través de considerar la distribución espacial de la variable *Necesidades Básicas Insatisfechas* (NBI), una medición sintética que presenta la población que habita en hogares en los cuales está presente al menos uno de los siguientes indicadores de privación: (a) Hogares que habitan viviendas con más de tres personas por cuarto (hacinamiento crítico), (b) Hogares que habitan en una vivienda de tipo inconveniente (pieza de inquilinato, vivienda precaria y otro tipo), (c) Hogares que habitan en viviendas que no tienen retrete o tienen retrete sin descarga de agua, (d) Hogares que tienen algún niño en edad escolar que no asiste a la escuela, y (e) Hogares que tienen cuatro o más personas por miembro ocupado y en los cuales el jefe tiene bajo nivel de educación (sólo asistió dos años o menos al nivel primario).

La síntesis del mapa de preferencia corresponde al valor estandarizado omega-2 de la tabla 1. Ambas distribuciones espaciales pueden ser comparadas a través de un gráfico de dispersión y el coeficiente de correlación *r* de Pearson. La figura 10 presenta los resultados obtenidos.

Figura 10: Relación entre NBI y Preferencias.



[Fuente: Elaboración propia.]

A la izquierda, el gráfico de dispersión con su recta de regresión muestra una clara relación inversa: a mayores valores en el eje x (NBI) menores son los valores en el eje y (Omega-2: preferencia). Al estandarizar el gráfico aparecen cuatro cuadrantes con características diferenciales y de ellos fueron seleccionados los puntos (unidades espaciales) que se encuentran en el espacio de relaciones de mejores características (Cuadrante superior izquierdo: Bajo NBI y Alto Omega-2, puntos que aparecen más claros). El mapa asociado muestra una distribución espacial central y el coeficiente de correlación es de $r = -0.78$, por lo tanto, utilizando el coeficiente $r^2 = 0.61$ se podría afirmar que el NBI explica la variedad de la preferencia en aproximadamente un 60%.

CONCLUSIONES

A partir de las aplicaciones realizadas se puede comprobar que una serie de metodologías tendientes a la obtención de *mapas mentales* pueden ser combinadas con Sistemas de Información Geográfica y procedimientos estadísticos adecuados a los datos recabados en encuestas orientadas hacia la percepción.

La metodología propuesta por Kevin Lynch permite realizar la representación esquemática general de las entidades geográficas consignadas en la encuesta. El recuento y cálculo de porcentajes de aparición de los elementos queda plasmada cartográficamente a partir del uso de software de diseño gráfico (CAC, Cartografía Asistida por Computador). Si los datos son incorporados a un Sistema de Información Geográfica se ajustarán a la representación del espacio absoluto del área de estudio.

La metodología propuesta por Peter Gould permite un tratamiento matricial de los datos obtenidos en las encuestas. Utilizar una estructura matricial los liga directamente al Sistema de Información Geográfica y permite obtener resultados de gran claridad. La ampliación metodológica permite realizar ajustes a partir de la utilización de *software* de análisis estadístico, pero en ciertas resoluciones el resultado final no difiere considerablemente.

La metodología propuesta por Constancio de Castro brinda la posibilidad de realizar una matriz de proximidades por asociación de unidades espaciales, la cual deberá ser tratada a través de *software* de análisis estadístico. Mediante procedimientos específicos se obtiene una clasificación espacial que se representa como una *regionalización* multivariada.

Los mapas mentales presentados surgen como una aproximación en el análisis espacial de datos cualitativos posible de ser utilizados como complemento de variadas aplicaciones. Es también interesante ver de que manera las imágenes mentales se presentan cartográficamente como un producto de fusión entre lo individual (perceptual) y lo social (cultural). Particularmente la línea de avance muestra una clara correspondencia entre el mapa mental de preferencias y el mapa social obtenido a partir de la utilización de una variable síntesis que presenta situaciones de desfavorabilidad. Esto muestra claramente una correspondencia de importancia entre visiones cuantitativas y cualitativas de la misma realidad socioespacial.

AGRADECIMIENTO

A los colegas que me brindaron apoyo para su realización: Claudia A. Baxendale en cuestiones técnico-metodológicas y el apoyo a pasantes, Constancio de Castro Aguirre por orientarnos en la metodología de clasificación espontánea durante nuestros encuentros en la Universidad de Alcalá de Henares (2008), Guadalupe Oliva y Noelia Principi (pasantes en el Programa de Estudios Geográficos de la Universidad Nacional de Luján) por la realización de encuestas y sistematización digital de los datos obtenidos.

BIBLIOGRAFIA

ARAYA RAMÍREZ, I.; PACHECO SOTO, X. (2009): "Mapas Cognitivos: aprendizajes desde la vivencia espacial". *Revista Geográfica de América Central*, N° 42, pp. 11-29.

AVENDAÑO FLORES, I. (2009): "Imaginación y experiencias sobre el papel: la cartografía mental y el espacio geográfico". *Revista Geográfica de América Central*, N° 42, pp. 31-56.

BUZAI, G.D. (2003): *Mapas Sociales Urbanos*. Lugar Editorial, Buenos Aires.

BUZAI, G.D.; BAXENDALE, C.A. (2011): *Análisis Socioespacial con Sistemas de Información Geográfica*. (Segunda Edición, Tomo 2). Lugar Editorial, Buenos Aires.

CASTRO, C. (1997): *La Geografía y la Vida Cotidiana*. Ediciones del Serbal, Barcelona.

CASTRO, C. (2004): *Mapas Mentales*. Universidad Pública de Navarra, Pamplona.

CASTRO, C.; BOSQUE SENDRA, J. (1993): "Mapas Mentales de la España Autónoma: la Preferencia Residencial". *Estudios Geográficos*. Abril-Junio, pp. 181-207.

ESTÉBANEZ ALVAREZ, J. (1981): "Problemas de Interpretación y Valoración de los Mapas Mentales". *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*. 1, pp. 15-40.

GOULD, P. (1965): *On Mental Maps*. Discussion Paper 9. Michigan Inter-University Community of Mathematical Geographers. Brighton.

GOULD, P. (1975): *People in Information Space: The Mental Maps and Information Surfaces of Sweden*. Lund Studies in Geography. Ser. B Human Geography No. 42. Lund. CWK Gleerup. Lund.

GOULD, P.; WHITE, R. (1986): *Mental Maps*. Allen & Unwin. (1° ed. 1974).

JOHNSON, S.C. (1967): "Hierarchical Clustering Schemes". *Psychometrika*. 32, pp. 241-254.

KRUSKAL, J. (1964): "Multidimensional Scaling by Optimizing a Goodness of Fit to a Nonmetric Hypothesis". *Psychometrika*. 29, pp. 1-27.

LYNCH, K. (1986): *La imagen de la ciudad*. Infinito. Buenos Aires. (Original: *The Image of the City*. Boston, MIT Press. 1960)

SHEPARD, R. (1962a): "The Analysis of Proximities I". *Psychometrika*, 27(I), pp. 125-140.

SHEPARD, R. (1962b): "The Analysis of Proximities II". *Psychometrika*, 27(II), pp. 219-246.

SHEPARD, R. (1980): "Multidimensional Scaling, Tree-Fitting and Clustering". *Science*, 210, pp. 390-398.

THILL, J.C.; SUI, D.Z. (1993): "Mental Maps and Fuzziness in Space Preferences". *The Professional Geographer*, 45(3), pp. 258-267.